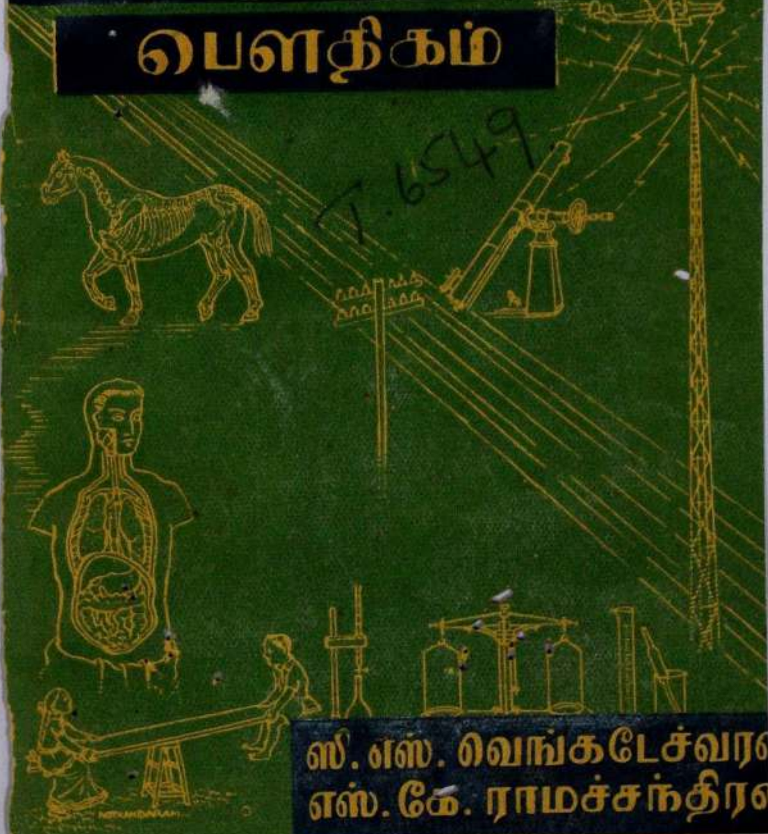
புதுமுறைப் பொது விஞ்ஞானம்

பௌதிகம்

T.6549



ஸி. எஸ். வெங்கடேச்வரன்
எஸ். கே. ராமச்சந்திரன்

புதுமுறைப் பொது விஞ்ஞானம்

—பௌதிகம்—

(ஐந்தாம், ஆறும் பாரங்களுக்கு)

ஆசிரியர்கள்

ஜி. எஸ். வெங்கடேச்வரன், எம்.எ., எல்.டி.

எஸ். கே. ராமச்சந்திரன், பி.எ., எல்.டி.

கலை ஆசிரியர்கள்

ஸர் எம். சிடி. முத்தைய்யா செட்டியார்

உயர் பாடசாலை, சென்னை.

பிரசுரகர்த்தர் :

பி. ஜி. பால் அண்டு கம்பெனி

4, பிரான்ஸிஸ் ஜோஸப்புத் தெரு, சென்னை

பதிப்புரிமை] [விலை ரூ. 1—6—0

முதற் பதிப்பு—மே, 1949

அரசாங்கத்தாரால் வெளியிடப்பட்ட
புதிய பாடத் திட்டத்திற்கேற்ப அமைக்கப்பட்டது.

PRINTED AT THE THOMPSON & CO., LTD., MADRAS.

முன்னுரை

இப்புத்தகம் அரசாங்கத்தாரின் கல்வி இலாக்காவால் வெளியிடப்பட்ட புதிய பாடத் திட்டத்தின்படி எழுதப்பட்டுள்ளது. புதுத் திட்டம் என்று ஏற்பட்டால், அதற்குத் தக்கபடி பழைய முறையைச் சீர்திருத்தி, புதிய முறையை அமைத்துக் கொள்ள வேண்டியது அவசியமாகிறது. அவ்வாறே சில புது அம்சங்கள் இப்புத்தகத்தில் சேர்க்கப்பட்டுள்ளன. விஞ்ஞானம் பரிசோதனைகளால் ஏற்பட்ட ஓர் சாஸ்திரம். இதை ஞாபக மூட்டுவதற்காகவே இப்புத்தகத்தில் அநேக சோதனைகள் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன. இவையெல்லாம் பரிசோதனைசாலையில் ஆசிரியர்கள் அல்லது மாணவர்கள் எளிதில் செய்யக்கூடியவை.

விஞ்ஞானத்தில் கொள்கைகளும், விதிகளும் ஓர் பிரதான இடத்தைப் பெற்றிருக்கின்றன. தவிர, விஞ்ஞானத்திற்கும் கணித சாஸ்திரத்திற்கும் நெருங்கிய தொடர்பு உண்டு. நமது பள்ளிக்கூட மாணவ, மாணவிகளுக்கு மேற்கூறிய பகுதிகள் எளிதில் புரியாது என்றதோர் அபிப்பிராயம் சில காலமாக ஏற்பட்டு வந்திருக்கிறது. இவ்வித அபிப்பிராயம் நமது மாணவ மாணவிகளின் புத்தி கூர்மையை இழிவாக மதிப்பதுபோலாகும். உலக வாழ்க்கையில் எவ்வித நிரந்தரமான பயனையும் சிரமம் எடுத்துக் கொள்ளாமல் அடைய முடியாது என்பது எல்லோரும் அறிந்த விஷயம். இந்த விஷயத்தைத்தான் விஞ்ஞானம் கற்றுக்கொள்வதிலும் வற்புறுத்திக் கூறுகிறோம். விஞ்ஞானத்தை 'எளிதில்' கற்றுக்கொள்ள முடியாது. ஆனால் அதைக் கற்றுக்கொள்வதற்குப் போதிய வசதிகளை இப்புத்தகத்தில் அளித்துள்ளோம். இந்த நோக்கத்துடன் ரசாயனப் பகுதியில் சாமியங்களைத் தேவையான இடங்களில் உபயோகித்திருக்கிறோம். ரசாயனத்தில் ஏற்படும் கிரியைகளை விளக்குவதற்கும், நினைவு மூட்டுவதற்கும் சாமியங்கள் ஓர் சிறந்த கருவியைப்போல உதவுகின்றன. பௌதிகப் பகுதியில் கொள்கைகளும், விதிகளும், அவற்றை விளக்கத் தேவையான கணித முறைகளும் சேர்க்கப்பட்டுள்ளன. ஏனெனில், கணிதத்தின் உதவியில்லாமல் பௌதிக சாஸ்திரம் ஒருவிதத்திலும் முன்னேற்றமடைந்திருக்க முடியாது.

இதர பாட புத்தகங்களில் சாதாரணமாகக் காணப்படாத அநேக படங்கள் இப்புத்தகத்தில் சேர்க்கப்பட்டுள்ளன. இப்படங்களெல்லாம் பிரத்தியேகமாகவே வரையப்பட்டவை. இவற்றின் உதவியால் விஞ்ஞானக் கொள்கைகளையும், விஞ்ஞான நிகழ்ச்சிகளையும் எளிதில் ஞாபகத்தில் வைத்துக்கொள்ளலாம். விஞ்ஞானத் துறையில் பாடுபட்டு, விஞ்ஞானத்திற்கே தங்கள்

உயிரை அர்ப்பணம் செய்த, அநேக பிரசித்திபெற்ற விஞ்ஞானிகளைப்பற்றி இப்புத்தகத்தில் ஆங்காங்கு கூறப்பட்டுள்ளது. இதன் மூலம் விஞ்ஞானத்திற்கும் வாழ்க்கைக்குமுள்ள தொடர்பு அறிவு மூட்டப்படுகிறது.

பள்ளிக்கூடங்களில் அவரவர்கள் சௌகர்யத்திற்கேற்றவாறு இப்புத்தகத்தின் வெவ்வேறு பகுதிகளைக்கொண்டு விஞ்ஞான பாடத்தைத் துலக்க விரும்புவர். இதை உத்தேசித்து புத்தகம் மூன்று பகுதிகளாகப் பிரசுரிக்கப்படுகிறது—ரசாயனம், பௌதிகம், ஜீவசாஸ்திரம். ஒவ்வொரு பகுதியின் விலையும், எல்லோராலும் வாங்கக்கூடியபடி, குறைவாக வைக்கப்பட்டுள்ளது. விஞ்ஞானத்தைத் தெளிவான முறையிலும், ஆவலூட்டும் முறையிலும் கற்பிப்பது இப்புத்தகத்தின் பிரதான நோக்கம். இதைத் தவிர, இப்புத்தகத்தைப் படிக்கும் மாணவர்கள், பரீக்ஷைக் கேள்விகளுக்குச் சிரமமின்றியும், புத்தி கூர்மையுடனும் விடையளிக்க உதவும்படியான அம்சங்களும் இதில் அடங்கியுள்ளன.

இப்புத்தகம் ஆசிரிய நண்பர்களாலும் மாணவர்களாலும் திருப்தியுடன் வரவேற்கப்படும் என்று நம்புகிறோம். இப்புத்தகத்தை எவ்விதங்களில் சீர்திருத்தி மேலும் பயனளிக்கும்படிச் செய்யலாம் என்பதற்கான யோசனைகளைத் தெரிவிக்குமாறு கேட்டுக்கொள்ளுகிறோம்.

சென்னை,
மே, *1949*

ஸி. எஸ். வெங்கடேச்வரன்
எஸ். கே. ராமச்சந்திரன்

பொருளடக்கம்

அத்தியாயம்		பக்கம்
1.	நேரத்தை அளத்தல் ...	1
2.	திரவங்களில் அழுத்தம் ...	13
3.	சமநிலை திரவஸ்தம்பங்கள் ...	19
4	ஆர்க்கிமெடீஸ் தத்துவம் ...	25
5.	மிதப்பு ...	32
6.	ஆகாய விமானம் ...	39
7.	லகு எந்திரங்கள் ...	53
8.	வெப்பத்தினுல் பொருள்கள் விரிவடைதல் ...	65
9.	உஷ்ணமானிகள் ...	72
10.	வெப்பத்தை அளத்தல் ...	81
11.	நிலை மாற்றம் ...	90
12.	வெப்பம் செலுத்துகை ...	97
13.	நீராவி எஞ்சின்—உள்ளிட் தகன எஞ்சின் ...	108
14.	ஒளி ...	121
15.	ஒளி பிரதிப்லித்தல் ...	125
16.	கோளக ஆடிகள் ...	133
17.	ஒளி முறிவு ...	143

அத்தியாயம்.			பக்கம்
18.	பிரிசமும் நிறப்பிரிகையும்	...	149
19.	லென்ஸ்கள்	...	157
20.	ஒளிக் கருவிகள்	...	163
21.	மின்கலங்கள்	...	175
22.	மின்சாரத்தினுல் ஏற்படும் காந்த சக்தி	...	186
23.	மின்சார அலகுகள்	...	191
24.	மின்சாரத்தினுல் ஏற்படும் உஷ்ண சக்தி	...	197
25.	மின்சாரத்தினுல் ஏற்படும் ரசாயன சக்தி	...	206
26.	மின்சாரமும் ஒளியும்	...	215
27.	டெலிபோன்	...	224
28.	ஒலி பரப்புதல்	...	254
29.	சக்தி	...	243
30.	ஜடப்பொருளும் அணுக்களின் அமைப்பும்	...	248
	முக்கிய சோதனைகள்	...	253
	கலைச் சொற்கள்	...	255

Number of Lessons

Syllabus in Physical Science

(1) *Measurement of time.*—The simple pendulum. Relation between time of oscillation and length of the pendulum 2

(2) Liquid pressure—upward, downward and sideways pressure. Transmissibility of liquid pressure. Balancing columns ('U' tube) and measurement of Specific Gravity. Principle of Archimedes—experimental verification. Use of the principle to find the Specific Gravity of solids and liquids. Why do bodies float?—A simple variable immersion hydrometer and its use in determining densities of liquids 8

(3) Airplane—how supported and made to move ... 2

(4) The screw. The movable pulley. A block and tackle. The inclined plane ... 4

(5) *Heat*—

(*a*) Expansion of bodies due to heat (qualitative study only). Practical application of the expansion of solids, liquids and gases ... 2

(*b*) Temperature—kinds of thermometer—clinical, maximum and minimum thermometer (Six's pattern), different scales (the Centigrade and the Fahrenheit) 3

(*c*) Quantity of heat—Calorie, capacity for heat—Specific heat 3

(*d*) Change of state—heat and change of state. Melting point of solids ... 2

(*e*) Transmission of heat—conduction, convection and radiation. Thermos flask ... 2

(*f*) The steam engine. The internal combustion engine 2

(6) *Light*—

(*a*) Reflection in plane mirror. The Periscope and the Kaleidoscope 2

(*b*) Reflection in concave and convex mirrors (no quantitative relation is expected). Uses of the mirrors. Measurement of the focal length of a concave mirror 2

	Number of Lessons
(*c*) Refraction through a rectangular glass slab, through water, glass prism; deviation—dispersion of sunlight. Formation of the rainbow	4
(*d*) Convex and concave lenses. Formation of images (no quantitative relation)—focal length in convex lenses, use of the lens as spectacles, camera lens. Projector, telescope (astronomical, terrestrial and binoculars). Microscope with two lenses	4
(7) (*a*) Primary cells and batteries ...	2
(*b*) Effect of electric currents—	
(1) Magnetic effect—making of temporary and permanent magnets—the galvanoscope ...	2
(2) Heating effect—electrical heaters, fuses ...	1
(3) Chemical effect. Electrolysis. Electroplating and its application (making of gramophone records, electrotyping, preparation of aluminium, purification of gold, etc.) ...	3
(4) Lighting effect—filament lamp and vapour lamps	3
(5) Electrical units—volt, ohm and ampere (the practical units)—their relationship—electric power; the watt and the kilowatt.	2
(6) Electrical connections—series and parallel.	1
(7) Electrical induction. The induction coil (an elementary treatment only). Telephone—the Bell receiver and transmitter. The carbon microphone ...	3
(8) Elementary treatment of broadcasting ...	2
(8) Energy—kinetic energy—potential energy. Transformation of energy. Mechanical, heat, chemical, electrical, sound, light ...	1
(9) Structure of matter. Molecule—atom and atomic energy	1
	63

புதுமுறைப் பொது விஞ்ஞானம்

பௌதிகம்

(ஐந்தாம், ஆறும் பாரங்களுக்கு)

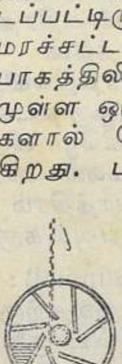
அத்தியாயம் 1

நேரத்தை அளத்தல்

[தனி ஊசல்—ஊசலின் நீளத்திற்கும் அலைவு நேரத்திற்கும் உள்ள தொடர்பு.]

புராதன காலத்தில் உபயோகித்து வந்த நேர அளவைக் கருவிகள்: கடிகாரங்களைக் கொண்டு நேரத்தை அளப்பது அல்லது 'மணி பார்ப்பது' என்ற வழக்கம் பதினேழாம் நூற்றாண்டில்தான் ஆரம்பமாயிற்று. அதற்குமுன் மணி பார்ப்பதற்குப் பல்வேறு கருவிகளை உபயோகித்து வந்தனர். அக்கருவிகளில் சிலவற்றைப் பற்றிச் சிறிது கவனிப்போம்.

தண்ணீர் கடிகாரம் (Clepsydra or Water clock):

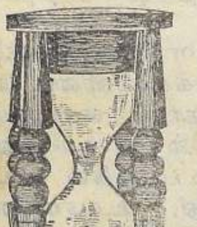


படம் 1. தண்ணீர் கடிகாரம்

புராதன கிரேக்கர்களிடையே தண்ணீர்க் கடிகாரம் என்னும் கருவி வழக்கத்தில் இருந்தது. இதன் தோற்றம் படத்தில் காட்டப்பட்டிருக்கிறது. உயரமான மரச்சட்டம் ஒன்றின் மேல் பாகத்திலிருந்து சிலிண்டர் வடிவமுள்ள ஒரு பறை (Drum) கயிறுகளால் தொங்க விடப்பட்டிருக்கிறது. பறையின் உள்பாகம் ஏழு அறைகளாகத் தடுக்கப் பட்டிருக்கிறது. அறைச் சுவர்களின் விளிம்பில் சிறிய துவாரங்கள் அமைக்கப் பட்டிருக்கின்றன. பறையில் சுமார் பாதி பாகம் தண்ணீர்

இருக்கிறது. தண்ணீரின் எடையினால் பறையானது சட்டத்தின் மேலிருந்து கீழ்நோக்கிச் செல்லும். சட்டத்தின் ஒரு பக்கத்தில் மணியைக் குறிக்கும் அளவு கோடுகள் வரையப்பட்ட ஸ்கேல் ஒன்று பொருந்தியிருக்கிறது. பறை கீழே சுழன்று செல்லும் பொழுது அதன் மெல்லிய அச்சானது மணியைக் குறிக்கும். பறையின் அளவு, அறைகளின் இடையே உள்ள துவாரங்கள் இவற்றைச் சரியான விகிதத்தில் நிர்மாணித்து 24 மணி நேரத்திற்கு ஒரு தடவை பறையானது மேலிருந்து கீழே இறங்கும் படி அமைக்கப்பட்டிருக்கிறது.

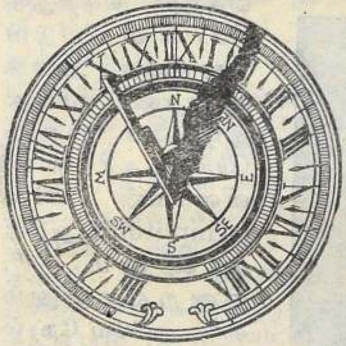
மணிக்கண்ணாடி (Hour glass): சரியாக ஒரு மணி நேரத்தை அளப்பதற்கு, மணிக்கண்ணாடி என்ற கருவி உபயோகப்பட்டு வந்தது. இக்கருவியில் இரண்டு கோளவடிவமுள்ள கண்ணாடிப் பாத்திரங்கள் ஒன்றோடொன்று இணைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. இக்கருவியின் தோற்றத்தைப் படத்தில் காணலாம். சன்ன மணல் மேல் பாத்திரத்திலிருந்து சிறிய துவாரத்தின் வழியாகக் கீழ் பாத்திரத்தில்வீழ்ந்து கொண்டிருக்கும். ஒரு தடவை மணல் முழுவதும் கீழே விழுவதற்குச் சரியாக ஒரு மணி நேரம் ஆகும். பிறகு கீழ் பாத்திரம் மேலே இருக்கும் படி வைத்தால் திரும்பவும் கருவி வேலை செய்யும்.



படம் 2.
மணிக்கண்ணாடி

நிழற் கடிகை (Sundial): பூமியில் பகலும், இரவும், மாறிமாறி வருவதற்குக் காரணம் சூரிய ஒளியாகும். ஒரு பொருளைச் செங்குத்தாக வெய்யிலில் வைத்தால் அதன் நிழல் இடம் மாறுவதைக் கவனிக்கலாம். இதை அடிப்படை

யாகக்கொண்டு நேரத்தை அளப்பதற்கு நிழற் கடிகை என்ற கருவியைக் கண்டுபிடித்தனர். இக்கருவியானது கிரேக்கிய அரசரான அலெக்ஸாண்டர் மகா சக்ரவர்த்தி காலத்தில் வழக்கத்தில் இருந்ததாகத் தெரிய வருகிறது. ஒருவகை நிழற் கடிகையின் தோற்றத்தைப் படத்தில் காணலாம். சூரியன்



படம் 3. நிழற் கடிகை

வானத்தில் சஞ்சரிக்கையில் பொருளின் நிழல் கடிகார முள்ளைப்போல் அளவு கோடுகளைச் சுற்றி வரும். பிரசித்தி பெற்ற ஆங்கில விஞ்ஞானியான நியூட்டன் என்பவர் சிறு வயதில் நிழற் கடிகை ஒன்றைத் தயாரித்தார். அதை இப்பொழுதும் பார்க்கலாம்.

படம் 4. நியூட்டன்

ஊசல் (Pendulum): பதினாறும் நூற்றாண்டின் இறுதியில் ஊசல் என்ற கருவியின் தத்துவத்தை கலீலியோ என்ற இதாலிய விஞ்ஞானி கண்டுபிடித்தார். இதைப்பற்றி ஒரு சிறு வரலாறு கூறப்பட்டுள்ளது.

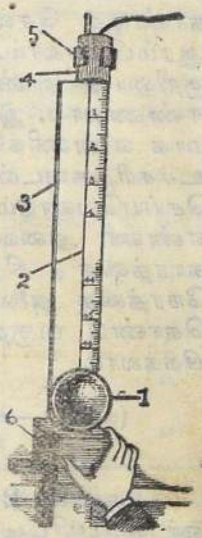
ஒரு நாள் கலீலியோ கோவிலுக்குச் சென்றபொழுது கூரையிலிருந்து தொங்கவிடப்பட்ட விளக்கொன்று காற்றில் அசைவதைக் கவனித்

தார். ஒரு பக்கத்திலிருந்து மற்றொரு பக்கம் அசைவதற்கு எடுத்துக் கொள்ளப்படும் நேரத்தை அளக்கத் தன் நாடித் துடிப்பை உபயோகித்தாராம். விளக்கின் வீச்சு (Amplitude) அதிகமானாலும் சரி, குறைவானாலும் சரி, அலைவு நேரம் (Period of Oscillation) ஒன்றுதான் என்பதைக் கணக்கிட்டறிந்தார்.

படம் 5. கலீலியோ

தனி ஊசலும் அதைப்பற்றிய விதிகளும்: ஒரு பளுவான சிறிய பொருள் (லவம்—Particle) எடையிலா நூலொன்றின் மூலம் கட்டித் தொங்கவிடப்பட்டிருக்கிறது. இதற்குத் தனி ஊசல் (Simple pendulum) என்று பெயர். மேற் கூறிய பொருளுக்கு ஊசல் குண்டு (Bob) எனப்பெயர். சாதாரணமாக உலோகத்தினால் செய்த கோளமொன்று ஊசல் குண்டாக உபயோகிக்கப்படுகிறது. கோளத்தின்மீது கொக்கி ஒன்று இருக்கிறது. சுமார் 1½ மீட்டர் நீளமுள்ள மெல்லிய நூலை எடுத்துக்கொண்டு அதன் ஒரு முனையைக் குண்டின் கொக்கியுடனும், மற்றொரு முனையை நீளவாட்டில் பிளக்கப்பட்ட ஒரு தக்கை (Cork) யுடனும் பிணைக்க வேண்டும். தக்கையை ஒரு வாலைதாங்கியின் இறுக்கியில் கெட்டியாகப் பொருந்த வைக்க வேண்டும். நூலின் பின்புறத்தில் செங்குத்தாக ஒரு அளவுகோலை (Scale) வைக்கவேண்டும்.

தக்கையின் அடிபாகத்திலிருந்து ஊசல் குண்டின் மையம் வரை உள்ள தூரம் ஊசலின் நீளம் (Length of the pendulum) எனப்படும். தக்கையின் வழியாக நூலை மேலேயோ அல்லது கீழேயோ இழுத்து ஊசலின் நீளத்தை மாற்றிக் கொள்ளலாம். மேற்கூறியபடி தனி ஊசல் ஒன்றை அமைத்துக்கொண்டு ஊசலைப் பற்றிய விதிகளைச் சோதனைகளின் மூலம் தெரிந்து கொள்ளலாம். சோதனைகளுக்கு நிறுத்து கடிகாரம் (Stop watch) என்னும் கருவி அவசியமாகிறது.



படம் 6. தனி ஊசல்
1. ஊசல்குண்டு
2. நூல்
3. அளவு கோல்
4. தக்கை
5. இறுக்கி
6. கன சதுரக் கட்டை

சோதனை 1 : தனி ஊசலின் அலைவு நேரத்தை அளத்தல்:— மேலே சொன்னபடி உலோகக் கோளம், மெல்லிய நூல், தக்கை, வாலை தாங்கி இவற்றை உபயோகித்துப் படத்தில் காட்டியபடி தனி ஊசல் ஒன்றைத் தயாரித்துக்கொள். நூலுக்கு நேராகப் பின்புறத்தில் நீண்ட ஊசி ஒன்றைச் செங்குத்தாக வை. ஊசல் குண்டைச் சிறிதளவு ஒரு பக்கமாக இழுத்து, பிறகு கையை விட்டுவிடு. இப்பொழுது ஊசல் இரு பக்கங்களிலும் மாறி மாறி ஊசலாடும். ஊசல் இடது பக்கத்தில் ஆரம்பித்து, வலது பக்கம் சென்று, மறுபடியும் இடது பக்கம் வந்து சேருவதற்கு எடுத்துக்கொள்ளும் நேரம் அலைவு நேரம் (Period of Oscillation) என்று சொல்லப்படுகிறது. இந்நேரத்தை வேறொரு விதத்திலும் அளக்கலாம்.

ஊசலின் நூலானது அலையின் நடுவில் குறியாக வைக்கப்பட்ட ஊசியை இடதிலிருந்து வலது பக்கம் தாண்டிச் செல்லும்பொழுது 0 என்று எண்ண ஆரம்பிக்கலாம். திரும்பவும் அதே திசையில் ஊசல் குறியைத் தாண்டிச் செல்லும்பொழுது 1 என்று எண்ணலாம். இதே மாதிரியாக 2, 3, 4 என்று கிரமமாக எண்ணிக்கொண்டே போகலாம். 0 என்று உச்சரித்தவுடன் நிறுத்து கடிகாரத்தை ஓடச் செய்யவேண்டும். 25 அல்லது 50 அலைவுகளை எண்ணி அவை பூர்த்தியானவுடன் நிறுத்து கடிகாரத்தை நிறுத்திவிட வேண்டும். மொத்த நேரத்தை அலைவுகளின் எண்ணிக்கையைக் கொண்டு வகுத்தால் அலைவு நேரத்தை நிர்ணயிக்கலாம்.

(குறிப்பு :—ஊசலின் அலைவுகள் ஒரே தளத்தில் இருக்க வேண்டும்.)

சோதனை 2: ஊசலின் அலைவு நேரமும், வீச்சும்: ஓர் குறிப்பிட்ட நீளத்தில் (சுமார் 80 செ. மீ.) தனி ஊசலை அமைத்துக்கொள். வாலை தாங்கியில் ஊசலின் பின்புறத்தில் ஒரு அளவுகோலைக் கிடையாக (Horizontal) பொருந்தவை. இதன் உதவியால் வீச்சை அளக்கலாம். ஊசலின் நூலை இடது பக்கம் இழுத்து, வீச்சு 5 செ. மீ. இருக்கும்படியாக வை. பிறகு ஊசல் குண்டை விட்டுவிடு. நிறுத்து கடிகாரத்தின் உதவியால் 50 அலைவுகளின் மொத்த நேரத்தைக் கண்டுபிடி. அதிலிருந்து அலைவு நேரத்தைக் கணக்கிடு. அடுத்தபடியாக வீச்சு 10 செ. மீ. ஆக இருக்கும்படி வைத்து, திரும்பவும் அலைவு நேரத்தைக் கண்டுபிடி. இதைப்போலவே ஊசலின் வீச்சு 15, 20, 25 செ. மீ. இருக்கும்படிச் செய்து, ஒவ்வொரு வீச்சுக்கும் ஏற்படும் அலைவு நேரத்தைக் கண்டுபிடி. இச் சோதனையில் கிடைக்

கப்பெற்ற அளவீடுகளைக் கீழேயுள்ள அட்டவணையில் காணலாம்.

அளவீடு எண்	ஊசலின் நீளம்	வீச்சு	அலைவுகளின் எண்ணிக்கை	மொத்த நேரம்	அலைவு நேரம்
1	81 செ. மீ	5 செ. மீ	50	1மி.30செ.	1. 8 செ.
2	,,	10 செ. மீ	,,	,,	,,
3	,,	15 செ. மீ	,,	,,	,,
4	,,	20 செ. மீ	,,	,,	,,
5	,,	25 செ. மீ	,,	,,	,,

முடிவு: இச்சோதனையிலிருந்து தனி ஊசலின் வீச்சு மாறுபட்ட போதிலும் அலைவு நேரம் ஒரே அளவாக இருக்கிறது என்பதைத் தெரிந்து கொள்ளலாம்.

சோதனை 3: ஊசலின் அலைவு நேரமும், ஊசல் குண்டும்:—இச்சோதனைக்கு வெவ்வேறு உலோகங்களினாலும், வெவ்வேறு அளவுகளிலும், வெவ்வேறு உருவங்களிலும், வெவ்வேறு எடைகளிலும் செய்யப்பட்ட குண்டுகள் தேவை. ஒவ்வொரு குண்டையும் நூலினால் கட்டி, ஒரே நீளமுள்ள ஊசல்களைத் தயாரித்துக்கொள். ஒன்றன்பின் ஒன்றாக இவ்வூசல்களை உபயோகித்து ஒவ்வொன்றின் அலைவு நேரத்தையும் கண்டுபிடி. இவ்விதச் சோதனை ஒன்றில் கிடைக்கப்பெற்ற அளவீடுகள்

அளவீடு எண்	ஊசல் குண்டு			ஊசலின் நீளம்	அலைவுகளின் எண்ணிக்கை	மொத்த நேரம்	அலைவு நேரம்
	உலோகம்	உருவம்	எடை				
1	இரும்பு	கோளம்	60 கிராம்	64 செ. மீ.	50	1 நி. 20 செ.	1. 6 செ.
2	பித்தளை	சிலிண்டர்	80 ,,	,,	,,	,,	,,
3	வெள்ளியம்	கூம்பு	100 ,,	,,	,,	,,	,,
4	தாமிரம்	கோளம்	70 ,,	,,	,,	,,	,,
5	துத்தநாகம்	கூம்பு	90 ,,	,,	,,	,,	,,
6	காரீயம்	கோளம்	120 ,,	,,	,,	,,	,,

இடதுபக்கத்திலுள்ள அட்டவணையில் கொடுக்கப் பட்டிருக்கின்றன.

முடிவு: இச்சோதனையிலிருந்து எந்தவித மான குண்டை உபயோகித்தாலும் ஊசலின் அலைவு நேரம் ஒன்றுதான் என்பதைத் தெரிந்து கொள்ளுகிறோம்.

சோதனை 4: ஊசலின் நீளத்திற்கும் அலைவு நேரத்திற்கும் உள்ள தொடர்பு:—நீளத்தை மாற்றி அமைக்கக்கூடிய தனி ஊசல் ஒன்றைத் தயாரித் துக்கொள். ஊசல் நூலின் பின்புறத்தில் அலைவு களை எண்ணுவதற்கு ஒரு நீண்ட ஊசியைக் குறி யாக வை. குண்டாக உபயோகிக்கும் கோளத்தின் விட்டத்தை முன்னதாகவே அளந்து குறித்துக் கொள். தக்கையின் அடிபாகத்திலிருந்து குண்டின் அடிபாகம் வரையில் உள்ள தூரத்தை ஒரு ஸ்கேலை உபயோகித்து அளந்துகொள். இதிலிருந்து குண்டின் அரைவிட்டத்தைக் கழித்தால் ஊசலின் நீளம் கிடைக்கும். முதலில் சுமார் 30 செ. மீ. நீளத்தில் ஆரம்பித்துப் படிப்படியாக 40, 50, 60, செ. மீ. என்று நீளத்தை 140. செ. மீ. வரையில் ஏற்றிக்கொண்டே போகலாம். ஊசலின் வீச்சைக் குறைந்த அளவில் வைத்துக்கொண்டு ஒவ்வொரு நீளத்திற்கும் அலைவு நேரம் எவ்வளவு என்பதைச் சோதனை செய்து கண்டுபிடி. இவ்விதச் சோதனை ஒன்றில் கிடைக்கப்பெற்ற அளவீடுகள் கீழேயுள்ள அட்டவணையில் கொடுக்கப்பட்டிருக்கின்றன.

அளவீடு எண்	ஊசலின் நீளம் (l)	அலைவுகளின் எண்ணிக்கை	மொத்த நேரம்	அலைவு நேரம் (t)	t^2	$\frac{l}{t^2}$
1	25செ.மீ.	50	50செ.	1செ.	1	$\frac{25}{1}=25$
2	36 ,,	,,	60செ.	1·2செ.	1·44	$\frac{36}{1\cdot44}=25$
3	49 ,,	,,	70செ.	1·4செ.	1·96	$\frac{49}{1\cdot96}=25$
4	64 ,,	,,	80செ.	1·6செ.	2·56	$\frac{64}{2\cdot56}=25$
5	81 ,,	,,	90செ.	1·8செ.	3·24	$\frac{81}{3\cdot24}=25$
6	100 ,,	,,	100செ.	2.செ.	4	$\frac{100}{4}=25$
7	121 ,,	,,	110செ.	2·2செ.	4·84	$\frac{121}{4\cdot84}=25$
8	144 ,,	,,	120செ.	2·4செ.	5·76	$\frac{144}{5\cdot76}=25$

முடிவு: இச்சோதனையிலிருந்து ஊசலின் நீளமும், அலைவு நேரத்தின் வர்க்கமும் (Square of the Period) நேர் விகிதத்தில் இருக்கின்றன என்பதைத் தெரிந்துகொள்ளலாம்.

ஊசலின் விதிகள் : மேற் கூறிய சோதனைகளிலிருந்து நாம் தெரிந்துகொண்ட விதிகள் பின்வருமாறு :—1. ஊசலின் வீச்சு மாற்றப்பட்ட போதிலும், அதன் அலைவு நேரம் மாறுதலடைவதில்லை. [இத்தன்மைக்கு சமகாலத்வம் (Isochronism) எனப் பெயர்]. 2. எந்தவிதமான ஊசல் குண்டை உபயோகித்தாலும், ஊசலின் அலைவு நேரம்

ஒன்றுதான். 3. ஊசலின் நீளமும் அதன் அலைவு நேரத்தின் வர்க்கமும் நேர் விகிதத்தில் உள்ளன.

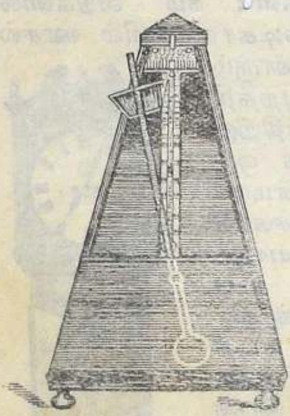
ஊசலின் உபயோகங்கள்: நம் வீடுகளில் சுவற்றில் மாட்டியிருக்கும் கடிகாரங்களில் ஊசல் ஒன்று அசைவதை எல்லோரும் கவனித்திருப்பீர்கள். ஒரு புறத்திலிருந்து மற்றொரு புறத்திற்கு ஊசல் செல்வதற்குச் சரியாக ஒரு செகண்டு ஆகும். சாதாரணமாக இவ்வித கடிகாரங்களில் செகண்டைக் குறிக்கும் முள் கிடையாது. முன் காலத்தில் ஜனங்கள் உபயோகித்து வந்த ஒருவகைக் கடிகாரம் (Grandfather clock) படத்தில் காட்டப்பட்டிருக்கிறது. சாதாரண கடிகாரத்தில் வில் இருக்கிறது. சாவி கொடுப்பதன் மூலம் வில்லை முடுக்குகிறோம். பிறகு கொஞ்சம் கொஞ்சமாக வில் தளர்ந்து வருகிறது. அப்பொழுது ஊசலின் அலைவு ஏற்படுகிறது. ஆனால் 'தாத்தா காலத்து கடிகாரத்தில்' சில எடைக்கற்கள் (Weights) மேலிருந்து கீழே இறங்குவதினால் ஊசலின் அலைவு ஏற்பட்டு, கடிகாரமுள் அசைகிறது.

படம் 7. 'தாத்தா காலத்து கடிகாரம்'

சிறிய கடிகாரங்களில் (Pocket watch, Wrist watch) ஊசல் கிடையாது. அதற்குப் பதிலாக, மெல்லிய வில் போன்ற அமைப்புகள் (Main spring, Hair spring) இருக்கின்றன.

ஊசலை உபயோகித்து வேலை செய்யும் மற்றொரு கருவி மீட்ரோனேம் (Metronome) எனப்படும். இதில் உலோகத்தினால் செய்த ஊச

லொன்று இருக்கிறது. இதன்மீது ஒரு சிறு எடை மேலும், கீழும் நகரும்படி வைக்கப்பட்டிருக்கிறது. இக்கருவியின் உதவியால் $\frac{1}{2}$ செ. $\frac{3}{4}$ செ. 1 செ. $1\frac{1}{2}$ செ. 2செ. என்று அலைவு நேரங்கள் இருக்கும்படி ஊசலை அமைத்துக் கொள்ளலாம். ஒவ்வொரு அலைவின் முடிவிலும் ஊசல் கணீரென்ற ஒலியை உண்டுபண்ணுகிறது. இக் கருவியின் தோற்றத்தைப் படத்தில் காண்க. தேகப்பயிற்சி வகுப்பில் (Physical Training Class) இக்கருவியைப் பயன்படுத்திக் கொள்ளலாம்.



படம் 8. மீட்ரேனோம்

கேள்விகள்

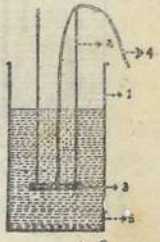
1. புராதன காலத்தில் ஜனங்கள் உபயோகித்து வந்த, நேரத்தை அளக்கும் மூன்று கருவிகள் யாவை?
2. தனி ஊசல் என்றால் என்ன?
3. ஒரு ஊசலுடன் சம்பந்தப்பட்ட கீழ்க்கண்ட பதங்களை விளக்கு:—(*a*) வீச்சு (*b*) ஊசலின் நீளம் (*c*) அலைவு நேரம்.
4. ஊசலின் நீளமும் அதன் அலைவு நேரமும் எவ்விகிதத்தில் உள்ளன?
5. ஊசலின் வீச்சிற்கும் அதன் அலைவு நேரத்திற்கும் உள்ள சம்பந்தம் என்ன?
6. 100 சென்டிமீட்டர் நீளமுள்ள ஓர் ஊசலின் அலைவு நேரம் 2 செகண்டு. 1 செகண்டு அலைவு நேரமுள்ள ஊசலின் நீளமென்ன?
7. ஊசலை எந்தக்கருவிகளில் உபயோகிக்கின்றனர்?

அத்தியாயம் 2

திரவங்களில் அழுத்தம்

திரவங்களுக்கு அழுத்தும் சக்தி உண்டு. என்பதைக் கீழ்க்கூறிய சோதனைகளின்மூலம் அறியலாம்.

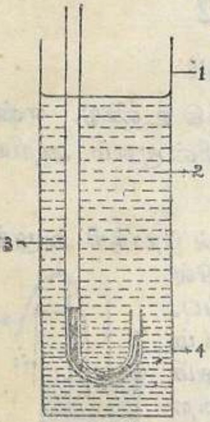
சோதனை 5: திரவங்களில் மேல் நோக்கி அழுத்தம்:— ஒரு உயரமான வாயு ஜாடியில் தண்ணீரை முக்கால் பங்கு நிரப்பு. ஜாடியைவிடச் சற்று அகலம் குறைந்த, இரு பக்கங்களிலும் திறந்த, கண்ணாடிக் குழாய் ஒன்றை எடுத்துக்கொள். குழாயைவிடச் சற்றுப் பெரிதான பித்தளை வட்டத் தட்டின் மையத்தில் ஒரு கொக்கி அமைக்கப்பட்டுள்ளது. கொக்கியில் ஒரு நூலைக்கட்டி, தட்டைக் குழாயின் ஒரு முனையில் பொருந்தவை. நூலைக் கெட்டியாகப் பிடித்துக் கொண்டு குழாயை ஜாடியிலுள்ள தண்ணீரில் இறக்கு. இப்பொழுது நூலைவிட்டு விடு. பித்தளைத் தட்டு கீழே விழாது. தட்டானது தண்ணீரின் மேல் நோக்கிய அழுத்தத்தினல் தாங்கப்படுகிறது.



படம் 9.
திரவத்தின் மேல்நோக்கி அழுத்தம்
1. வாயு ஜாடி
2. கண்ணாடிக் குழாய்
3. பித்தளைத்-தட்டு
4. நூல்
5. தண்ணீர்

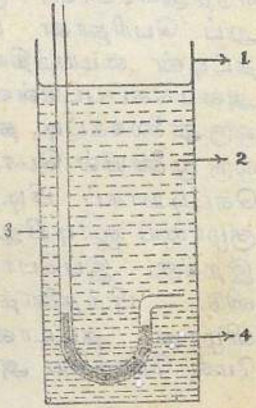
சோதனை 6: திரவங்களில் கீழ்நோக்கி அழுத்தம்:—ஒரு உயரமான அகன்ற வாயு ஜாடியில் முக்கால் பங்குக்குமேல் தண்ணீரை நிரப்பு. படத்தில் காட்டியபடி இரு பக்கமும் திறந்த ஒரு கண்ணாடிக் குழாயை எடுத்துக்கொண்டு, அதன்

வளைந்த பாகத்தில் பாதரசத்தை நிரப்பு. பிறகு குழாயை ஜாடியிலுள்ள தண்ணீரில் இறக்கு. குழாயின் குட்டையான புஜம் நன்றாகத் தண்ணீருக்குள் தாழ்த்தப்பட வேண்டும். இப்பொழுது பாதரசத்தின் மட்டத்தைக் கவனித்தால் நீண்ட புஜத்தை விடக் குட்டையான புஜத்தில் உள்ள பாதரசத்தின் மட்டம் தாழ்வாக இருக்கும். தண்ணீரின் கீழ் நோக்கிய அழுத்தந்தான் இதற்குக் காரணம்.



படம் 10.
கீழ்நோக்கி அழுத்தம்
1. ஜாடி
2. தண்ணீர்
3. குழாய்
4. பாதரசம்

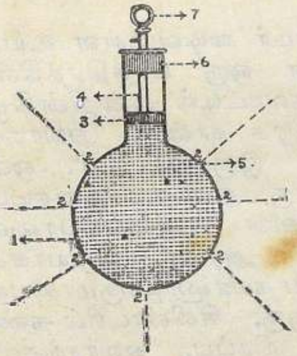
சோதனை 7: திரவங்களில் பக்கவாட்ட அழுத்தம்:— சோதனை 6ல் உபயோகித்த வாயு ஜாடியில் முன் போலவே தண்ணீர் எடுத்துக் கொள். படத்தில் காட்டிய உருவமுள்ள கண்ணாடிக் குழாயில் வளைந்த பாகத்தில் பாதரசம் இருக்கின்றது. இக்குழாயை ஜாடித் தண்ணீரில் இறக்கினால் தண்ணீரின் பக்கவாட்ட அழுத்தம் ஏற்படுகிறது. இதன் காரணமாகக் குட்டையான புஜத்திலுள்ள பாதரச மட்டம் நீளமான புஜத்திலுள்ள பாதரசமட்டத்தைவிட தாழ்ந்திருப்பதைப் படத்தில் காணலாம்.



படம் 11.
பக்கவாட்ட அழுத்தம்
1. ஜாடி
2. தண்ணீர்
3. குழாய்
4. பாதரசம்

திரவங்களில் அழுத்தம் எல்லா திசைகளிலும் சமமாக இருக்கிறது என்பதைக் கீழ்க்கூறிய சோதனைகளினால் தெரிந்துகொள்ளலாம்.

சோதனை 8 :— குடுவை போன்ற வடிவமுள்ள ஒரு கெட்டியான கண்ணாடிப் பாத்திரத்தில் படத்தில் காட்டியபடி சம அளவுள்ள சிறு குழாய்கள் அமைக்கப்பட்டுள்ளன. அதன் கழுத்து பாகத்தில் பிஸ்டனும், கைப்பிடியும் இருக்கின்றன. பாத்திரத்தை ஓர் அகன்ற ஜாடியிலுள்ள தண்ணீரில் மூழ்க வைத்தால் குழாய்களின் வழியாகத் தண்ணீர் உட்சென்று, பாத்திரத்தை நிரப்புகிறது. பிறகு அதை வெளியே எடுத்து, பிஸ்டனைக் கீழ் நோக்கி அழுத்தினால் எல்லாக் குழாய்களிலிருந்தும் ஒரே விசையுடன் தண்ணீர் வெளியேறுவதைக் காணலாம்.



படம் 12. அழுத்தம் செலுத்துகை
1. குடுவை 2. சிறுகுழாய்கள் 3. பிஸ்டன் 4. தண்டு 5. தண்ணீர் 6. அடைப்பான் 7. கைப்பிடி

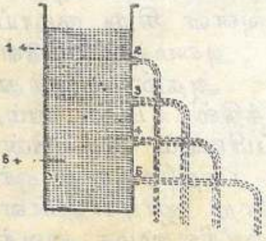
படம் 13. அழுத்தம் செலுத்துகை
1. தண்ணீர் நிரப்பிய பந்து.
2–5. சிறு துவாரங்களின் வழியாக அழுத்தத்தினால் தண்ணீர் வெளிச்செல்லுதல்.

சோதனை 9 :— ஒரு ரப்பர் பந்தில் ஐந்தாறு சிறிய துவாரங்கள் செய்து, அதைத் தண்ணீரால் நிரப்பு. பிறகு பந்தைக் கையால் அழுத்தினால்

துவாரங்களின் வழியாக ஒரே விசையுடன் தண்ணீர் வெளிவருவதைக் கவனிக்கலாம்.

தண்ணீரின் வெவ்வேறு பாகங்களில் அழுத்தம் அப்பாகங்களின் ஆழங்களைப் பொருத்திருக்கிறது என்பதைக் கீழே கூறப்பட்டுள்ள சோதனையின் மூலம் நிரூபிக்கலாம்.

சோதனை 10 :—சிலிண்டர் வடிவமுள்ள உயரமான ஒரு பாத்திரத்தின் பக்கவாட்டில் ஒன்றின்கீழ் ஒன்ருக நான்கு துவாரங்கள் இருக்கின்றன. ஒவ்வொரு துவாரத்தையும் ஒருதுளை அடைப்பானல் மூடி, அதன் வழியாகச் சிறிய கண்ணடிக்குழாயைச் செருகு. சிலிண்டரில் தண்ணீர் நிரப்பு. துவாரங்களின் வழியாகத் தண்ணீர் வெளியேறுவதைக் கவனி. ஆழம் அதிகமாக ஆக தண்ணீரின் விசையும் அதிகமாகிறது என்பதைக் காணலாம்.



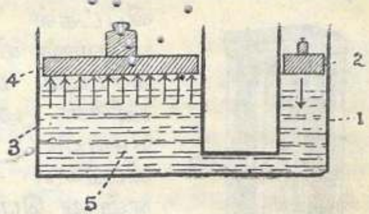
படம் 14.

திரவத்தின் ஆழமும் அழுத்தமும்

1. சிலிண்டர் வடிவமுள்ள பாத்திரம்.
2, 3, 4, 5 துவாரங்கள்
6. தண்ணீர்.

தண்ணீரின் அழுத்தத்தினுல் வேலை செய்யும் கருவிகள் : ஒரு அசைவில்லாத திரவத்தில் ஏதேனும் ஒரு பாகத்தில் அழுத்தம் ஏற்படுத்தினல் அவ்வழுத்தமானது திரவத்தின் மற்றெல்லா பாகங்களுக்கும் அதே அளவில் செலுத்தப்படுகிறது. இந்தத் தத்துவத்திற்கு **'பாஸ்கலின் விதி'** (Pascal's law) என்று பெயர். **ஹைடிராலிக் பிரஸ்** என்று கூறப்படும் **நீரியல் அழுத்தியில்** இந்தத் தத்துவத்தை உபயோகிக்கிருர்கள். ஒன்ருேடொன்று இணைக்கப்பட்ட இரண்டு சிலிண்டர்களில் மேலும் கீழும் அசை

யும்படியான பிஸ்டன்கள் இருக்கின்றன. பெரிய சிலிண்டரில் உள்ள பிஸ்டனின் பரப்பளவு சிறிய சிலிண்டரிலுள்ள பிஸ்டனைப்போல் பத்து மடங்கு என்று வைத்துக் கொள்வோம். சிறிய பிஸ்டன் மீது பளு ஒன்றை வைத்தால், அது பெரிய பிஸ்டன்மீது அதைப் போல பத்து மடங்கு பளுவைத் தாங்குகிறது. அதாவது, இந்தக்கருவியில் நாம் உபயோகிக்கும் சக்தியைப் பன்மடங்கு அதிகமாகச் செய்யலாம். பருத்தி மூட்டை முதலிய கன அளவு அதிகமுள்ள வியாபாரச் சரக்குகளை நன்ருக அழுத்தி, கன அளவைக் குறைத்து, ஒரு ஊரிலிருந்து இதர ஊர்களுக்கு ஏற்றுமதி செய்ய ஹைடிராலிக் பிரஸ் உபயோகப்படுகின்றது. காகிதங்களையும் புத்தகங்களையும் பைன்டு செய்வதற்கு ஹைடிராலிக் பிரஸ்ஸை உபயோகிக்கிருர்கள்.



படம் 15. ஹைடிராலிக் பிரஸ்ஸின் தத்துவம்

1. சிறிய சிலிண்டர்.
2. சிறிய பிஸ்டன்.
3. பெரிய சிலிண்டர்.
4. பெரிய பிஸ்டன்.
5. தண்ணீர்.

படம் 16. நீரியல் அழுத்தி

அநேக மாடிகள் அமைந்துள்ள உயரமான கட்டடங்களில் மாடி ஏறிச் செல்வது மிகவும் சிரமமாகும். ஆகையால் இவ்விதக் கட்டடங்களில்

ஏறிச்செல்ல லிப்ட்கள் ஏற்படுத்துகிறார்கள். லிப்ட்கள் இருவகைப்படும். ஒருவகை மின்சாரத்தினால் வேலை செய்யும். மற்றொரு வகை தண்ணீரின் அழுத்தத்தினால் வேலை செய்யும். இரண்டாவது வகை லிப்டுக்கு ஹைடிராலிக் லிப்ட் என்று பெயர்.

படம் 17.
ஹைடிராலிக் ஜாக்

மோட்டார் வண்டிகளைப் பழுது பார்ப்பதற்காக, தூக்கும் எந்திரங்களை உபயோகிக்கின்றனர். 'ஸ்குரூஜாக்' என்பது இதற்காக உபயோகிக்கும் ஒருவகை எந்திரம். மற்றொரு வகை எந்திரம் ஹைடிராலிக் ஜாக். இந்த எந்திரம் தண்ணீரின் அழுத்தத்தினால் வேலை செய்கிறது.

கேள்விகள்

1. திரவங்களின் மேல்நோக்கி அழுத்தத்தை எவ்வாறு நிரூபிப்பாய்?
2. திரவங்களின் பக்கவாட்ட அழுத்தத்தை நிரூபிக்க ஓர் சோதனையைக் கூறுக.
3. பாஸ்கலின் விதியை எழுது.
4. பாஸ்கலின் விதியை விளக்க ஒரு சோதனையை விவரி.
5. நீரியல் அழுத்தி எவ்வாறு வேலை செய்கிறது?
6. நீரியல் அழுத்தியை தினசரி வாழ்க்கையில் எக்கருவிகளில் உபயோகிக்கின்றனர்?

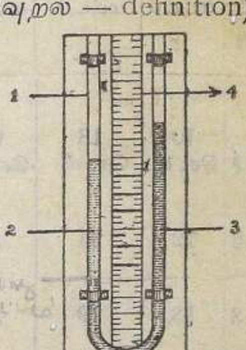
அத்தியாயம் 3

சமநிலை திரவஸ்தம்பங்கள்

இரண்டாம் அத்தியாயத்தில் திரவங்களுக்கு கீழ் நோக்கி அழுத்தம் இருக்கிறதென்றும், ஒரு திரவத்தின் வெவ்வேறு பாகங்களில் ஏற்படும் அழுத்தம் அப்பாகங்களின் ஆழங்களைப் பொருத்திருக்கிறது என்பதையும் தெரிந்துகொண்டோம். ஒரு பாத்திரத்தில் உள்ள திரவத்தின் அடர்த்தி எண் (Specific gravity) d என்று வைத்துக்கொள்வோம். அந்த திரவத்தில் h செ. மீ. ஆழத்தில் ஒரு பொருள் இருப்பதாக வைத்துக்கொள்வோம். அப்பொருளின் பரப்பில் ஒவ்வொரு சதுர சென்டிமீட்டரின் மீதும் $h \times d$ கிராம் எடைக்குச் சமமான அழுத்தம் ஏற்படுகிறது. இந்த தத்துவத்தை உபயோகித்து திரவங்களின் அடர்த்தி எண்களை நிர்ணயிக்கலாம்.

அடர்த்தி எண் : (தெளிவுறல் — definition) ஒரு பொருளின் எடைக்கும் அதே கன அளவுள்ள தண்ணீரின் எடைக்கும் உள்ள விகிதத்திற்கு அப்பொருளின் அடர்த்தி எண் என்று பெயர்.

சோதனை 11 : சமநிலை திரவஸ்தம்பங்களின் (Balancing Columns) தத்துவத்தை உபயோகித்து ஒரு திரவத்தின் அடர்த்தி எண்ணைக் கண்டு பிடித்தல்—U குழாய்: இந்த உபகரணத்தின் தோற்றம் படத்தில் காட்டப்பட்டிருக்கிறது. குழாயின் ஒரு முனை வழியாக புனலை உபயோகித்துத் தண்ணீரைவிடு. இரண்டாவது



படம் 18. U குழாய்
1. குழாய் 2. தண்ணீர்
3. கெரசின் 4. ஸ்கேல்

மூலை வழியாக மற்றொரு புனலைக்கொண்டு தண்ணீருடன் கலக்காத், கெரசின் போன்ற ஒரு திரவத்தை விடு. தண்ணீரும், கெரசினும் சந்திக்கும் இடத்தைக் கருவியின் மீதுள்ள ஸ்கேலில் குறித்துக்கொள். இந்த அளவு பொது மட்டமாகும். இந்தப் பொதுமட்டத்திற்கு மேல் தண்ணீர் ஸ்தம்பத்தின் உயரத்தையும், கெரசின் ஸ்தம்பத்தின் உயரத்தையும் ஸ்கேலின் உதவியால் கணக்கிடு. மேலும் சிறிதளவு இரு திரவங்களையும் குழாயில் விட்டு முன்போலவே திரவஸ்தம்பங்களின் உயரங்களைக் கணக்கிடு. இவ்விதமாக ஐந்தாறு தடவைகள் செய்து அளவீடுகளைக் குறித்துக்கொள்.

அளவீடு எண்	பொது மட்டம்	தண்ணீரின் மேல் மட்டம்	கெரசினின் மேல் மட்டம்	தண்ணீர் ஸ்தம்பத்தின் உயரம் h_1	கெரசின் ஸ்தம்பத்தின் உயரம் h_2	கெரசினின் அடர்த்தி எண் (d) $d = h_1/h_2$
1	10 செ. மீ.	18 செ. மீ.	20 செ. மீ.	8 செ. மீ.	10 செ. மீ.	8/10=0·8
2	12	24	27	12 ,,	15	12/15=0·8
3	13	29	33	16 ,,	20	16/20=0·8
4	14	34	39	20 ,,	25	20/25=0·8
5	15	39	45	24 ,,	30	24/30=0·8

விளக்கம்:—பொது மட்டத்திற்கு மேல் தண்ணீர் ஸ்தம்பத்தின் உயரம் h_1 செ. மீ. என்றும், கெரசின் ஸ்தம்பத்தின் உயரம் h_2 செ. மீ. என்றும் அளக்கப்படுகிறது.

h_1 செ. மீ. தண்ணீரின் அழுத்தம் $=h_1 \times 1$ கிராம் எடை. (தண்ணீரின் அடர்த்தி எண் $=1$)

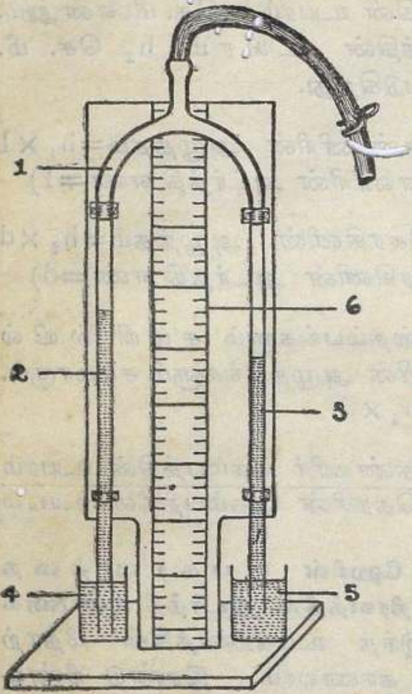
h_2 செ. மீ. கெரசினின் அழுத்தம் $=h_2 \times d$ கிராம் எடை. (கெரசினின் அடர்த்தி எண் $=d$)

இவ்விரு திரவஸ்தம்பங்களும் சமநிலையில் இருப்பதால் இவற்றின் அழுத்தங்களும் சமமாகும். அதாவது, $h_1 \times 1 = h_2 \times d$

$$\therefore \ d = \frac{h_1}{h_2} = \frac{\text{தண்ணீர் ஸ்தம்பத்தின் உயரம்}}{\text{கெரசின் ஸ்தம்பத்தின் உயரம்}}$$

சோதனை 12: ஹேரின் உபகரணத்தை உபயோகித்து, ஒரு திரவத்தின் அடர்த்தி எண்ணைக் கண்டுபிடித்தல்:—இந்த உபகரணத்தின் தோற்றத்தைப் படத்தில் காணலாம். இரண்டு நீண்ட கண்ணாடிக் குழாய்கள் செங்குத்தாக ஒரு சட்டத்தில் பொருத்தப்பட்டிருக்கின்றன. மேல் பாகத்தில் இவ்விரு குழாய்களும் மூன்றாவது ஒரு குழாயுடன் இணைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. முதல் குழாயினடியில் தண்ணீருள்ள குவளை ஒன்றும், இரண்டாவது குழாயினடியில் கொடுக்கப்பட்ட திரவம் உள்ள மற்றொரு குவளையும் இருக்கின்றன. மூன்றாவது குழாயின் வழியாகக் காற்றை உறிஞ்சி வெளியே எடுத்தால் முதல் இருகுழாய்களிலும் அழுத்தக்

குறைவினால் திரவங்கள் ஏறி நிற்கும். காற்றைச் சிறிதளவு உறிஞ்சிய பிறகு கிளிப்பினால் மூன்றாவது குழாயுடன் சேர்க்கப்பட்ட ரப்பர் குழாயை இறுக மூடிவிடலாம். இப்பொழுது இரு திரவங்களும் குவளைகளிலும், குழாய்களிலும், எந்த மட்டத்தில் இருக்கின்றன என்பதை ஸ்கேலின் உதவியால் குறித்துக் கொள்ளலாம். இவ்வளவுகளிலிருந்து ஒரு குழாயிலுள்ள தண்ணீர் ஸ்தம்பத்தின் உயரத்தையும், மற்றொரு குழாயிலுள்ள திரவ ஸ்தம்பத்தின் உயரத்தையும் அறியலாம். இவ்விரு ஸ்தம்பங்களும் சமநிலையிலிருப்பதால்



படம் 19. ஹேரின் உபகரணம்
1. உபகரணத்தின் குழாய் 2. தண்ணீர் 3. திரவம் 4. தண்ணீர் உள்ள குவளை 5. திரவம் உள்ள குவளை 6. ஸ்கேல்

இவற்றின் அழுத்தங்களும் சமமாகும். தண்ணீர் ஸ்தம்பத்தின் உயரம் h_1 செ. மீ. என்றும், திரவ ஸ்தம்பத்தின் உயரம் h_2 செ. மீ. என்றும் இருப்பின், திரவத்தின் அடர்த்தி எண் $d=\frac{h_1}{h_2}$. ஹேரின் உபகரணத்தை வைத்துக்கொண்டு

அளவீடு எண்	குவளையில் தண்ணீர் மட்டம்	குழாயில் தண்ணீர் மட்டம்	தண்ணீர் ஸ்தம்பத்தின் உயரம் (h_1)	குவளையில் திரவ மட்டம்	குழாயில் திரவ மட்டம்	திரவ ஸ்தம்பத்தின் உயரம் (h_2)	திரவத்தின் அடர்த்தி எண் (d) $d=h_1/h_2$
1	8·0 செ மீ.	19·0 செ. மீ.	11·0 செ. மீ.	9·0 செ. மீ.	19·0 செ. மீ.	10·0 செ. மீ.	11/10=1·1
2	6·0 ,,	28·0 ,,	22·0 ,,	7·0 ,,	27·0 ,,	20·0 ,,	22/20=1·1
3	7·0 ,,	23·5 ,,	16·5 ,,	8·0 ,,	23·0 ,,	15·0 ,,	16·5/15=1·1
4	5·6 ,,	32·0 ,,	26·4 ,,	6·5 ,,	30·5 ,,	24·0 ,,	26·4/24=1·1
5	5·0 ,,	38·0 ,,	33·0 ,,	5·5 ,,	35·5 ,,	30·0 ,,	33/30=1·1

ஒரு சோதனையில் கிடைக்கப்பெறும் அளவீடுகள் 23ஆம் பக்கத்திலுள்ள அட்டவணையில் கொடுக்கப் பட்டிருக்கின்றன.

குறிப்பு: கொடுக்கப்பட்ட திரவம் தண்ணீருடன் கலப்பதாக இருந்தால் அத்திரவத்தின் அடர்த்தி எண்ணைக் கண்டுபிடிக்க ஹேறின் உபகரணத்தை உபயோகிக்கலாம். திரவம் தண்ணீருடன் கலக்காமல் இருந்தால் U குழாயை உபயோகித்து திரவத்தின் அடர்த்தி எண்ணைக்கண்டுபிடிக்கலாம். திரவம் தண்ணீருடன் கலப்பதாக இருந்தாலுங்கூட, U குழாயின் வளைந்த பாகத்தில் பாதரசத்தை நிரப்பி, அதேமுறையில் U குழாயைக் கொண்டு அடர்த்தி எண்ணைக் கண்டுபிடிக்கலாம்.

கேள்விகள்

1. ஒரு பொருளின் அடர்த்தி எண் என்றால் என்ன ?

2. திரவங்களின் அடர்த்தி எண்களைக் கண்டுபிடிக்க உபயோகிக்கப்படும் Hare ன் உபகரணத்தின் படம்வரை.

3. U குழாயை உபயோகித்து ஒரு திரவத்தின் அடர்த்தி எண்ணைக் கணக்கிடுவதில் என்ன சாமியத்தை உபயோகிப்பாய் ?

4. Hare ன் உபகரணம் U குழாயைவிட எவ்விதத்தில் மேலானது ?

5. ஒரு சோதனையில் அடர்த்தி எண் 0·92 உள்ள ஒரு திரவ ஸ்தம்பத்தின் உயரம் 20 செ. மீ. அதை சம நிலையாக்கும் தண்ணீர் ஸ்தம்பத்தின் உயரம் என்ன ?

அத்தியாயம் 4

ஆர்க்கிமெடீஸ் தத்துவம்

[ஆர்க்கிமெடீஸ் என்பவர் புராதன கிரீஸில் (கி. மு. 287—212) சைராக்யூஸ் நகரத்தில் வசித்துவந்த பிரசித்தி பெற்ற விஞ்ஞானி. அவர் ஹைடிரோஸ்டாட்டிக்ஸ், மெக்கானிக்ஸ் (Hydrostatics, Mechanics) என்ற பகுதிகளில் அநேக ஆராய்ச்சிகளைச் செய்துள்ளார். சைராக்யூஸ் நகரத்தை ரோமர்கள் முற்றுகை யிட்டபொழுது ஆர்க்கிமெடீஸ் பல யுத்த எந்திரங்களைக் கண்டுபிடித்து எதிரிகளைத் தடுக்க முயன்றார். கடைசியில் இந்த நகரம் எதிரிகளால் கைப்பற்றப்பட்ட பொழுது ஆர்க்கிமெடீஸ் கொல்லப்பட்டார்.

படம் 20
ஆர்க்கிமெடீஸ்

சைராக்யூஸ் மன்னராயிருந்த ஹீரோ என்பவர் ஆர்க்கிமெடீஸின் உறவினர். ஒரு சமயம் தன்னுடைய கிரீடம் முழுத்தங்கத்தால் செய்யப்பட்டதா என்று அரசருக்குச் சந்தேகம் தோன்றியது. உடனே அவர் ஆர்க்கிமெடீஸை அழைத்து, இவ்விஷயத்தை ஆராயும்படிச் சொன்னார். ஒரு நாள் ஆர்க்கிமெடீஸ் ஸ்நானம் செய்துகொண்டிருக்கையில் அவருக்குத் திடீரென்று ஒரு அரிய யோசனை உண்டாயிற்று. அதைப் பரிசீலனை செய்து பார்க்கவேண்டுமென்ற ஆவலுடன் 'யுரீகா' (நான் கண்டுபிடித்து விட்டேன்) என்று கூவிக்கொண்டு அவர் ஸ்நான அறையிலிருந்து ஆடைகள் அணிவதைக்கூட மறந்துவிட்டுத் தன்

ஆராய்ச்சி சாலைக்கு ஓடிச்சென்றார். இந்த சந்தர்ப்பத்தில் அவர் கண்டுபிடித்த உண்மை தான் 'ஆர்க்கிமேடீஸ் தத்துவம்' என்று கூறப்பட்டு வருகிறது.]

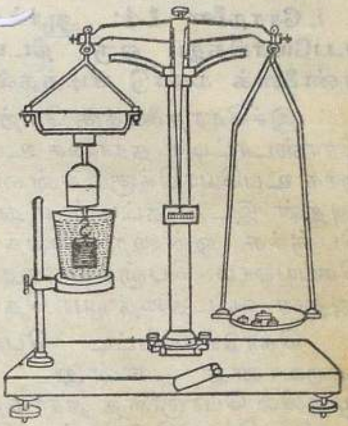
தண்ணீர் நிறைந்த பக்கெட் ஒன்றைக் கிணற்றின் அடியிலிருந்து தண்ணீர் மட்டம் வரை உயர்த்துவது எளிதில் செய்யக்கூடிய வேலை. ஆனால் தண்ணீர் மட்டத்திலிருந்து மேலே பக்கெட்டை எடுத்துச் செல்வது முன்பைவிடச் சற்று சிரமமான வேலையெனத் தோன்றும். ஒருவன் நீந்துகையில் தண்ணீரின் அடியிலுள்ள சற்றுப் பளுவான கல் ஒன்றைச் சுலபமாகத் தண்ணீர் மட்டத்திற்குக் கொண்டுவரக் கூடும். அதே கல்லை அதற்குமேல் தூக்குவது எளிதல்ல. இவ்வாறு ஒரு பொருளின் எடையில் வித்தியாசம் ஏற்படுவதற்குக் காரணமென்ன? பொருள் திரவத்தினுள் இருக்கும்பொழுது அதன் எடை அதைக் கீழ் நோக்கி இழுக்கும். ஆனால் திரவமானது ஓர் விசையுடன் பொருளை மேல் நோக்கி அழுத்துகிறது. எனவே, பொருள் திரவத்திலிருக்கும் பொழுது அதன் எடை குறைந்ததாகத் தோன்றும்.

ஆர்க்கிமேடீஸ் தத்துவம்:—ஒரு திடப் பொருளை ஏதேனும் ஒரு திரவத்தில் நிறுத்தால், அப்பொருள் எடை குறைந்ததாகக் காணப்படுகிறது. இந்த எடைக்குறைவு பொருளின் கன அளவுள்ள திரவத்தின் எடைக்குச் சமமாகும்.

சோதனை 13:—ஆர்க்கிமேடீஸ் தத்துவத்தைச் சரி பார்த்தல்: இச்சோதனைக்குக் கீழ்க் கூறிய உபகரணங்கள் அவசியம்—ஹ்றைட்ரோஸ்டாட்டிக் தராசு (Hydrostatic Balance), உலோக சிலிண்டரும் அதே கொள்ளளவு (capacity) உள்ள

ஒரு கூடும் (Socket), கண்ணாடி டம்ளரில் தண்ணீர், எடைப்பெட்டி (Weight box) முதலியன.

மேற்கூறிய தராசில் ஒரு தட்டின் சட்டம் நீளமாகவும், மற்றொரு தட்டின் சட்டம் குட்டையாகவும் இருக்கின்றன. குட்டையான தட்டின் அடியில் கொக்கி ஒன்று இருக்கிறது. இதிலிருந்து கூடைத் தொங்கவிடு. அதனடியில் சிலிண்டரைத் தொங்கவிடு. மற்ற தட்டில் எடைப் படிகளை (Weights) போட்டு, தராசுகோலை (Beam) கைப்பிடியினால் உயர்த்தி, இரு தட்டுகளும் சம எடையாக இருக்கும்படிச் செய்த பிறகு தண்ணீரிலுள்ள டம்ளரை சிலிண்டரின் அடியில் கொண்டுவந்து சிலிண்டர் முழுவதும் தண்ணீரில் மூழ்கும்படி வை. இப்பொழுது சிலிண்டரின் மேலுள்ள தராசுத்தட்டு எடைக் குறைவினால் மேலே செல்லும். மற்ற தட்டு கீழே செல்லும். கொஞ்சம் கொஞ்சமாகக் கூடில் தண்ணீரை ஊற்று. கூடு முழுவதும் தண்ணீரால் நிரப்பப்பட்டவுடன் தராசின் இரு தட்டுகளும் முன்போலவே சம எடையாகிவிடும். அதாவது, சிலிண்டர் த்ண்ணீரில் இழந்த எடையானது, கூடில் ஊற்றியு தண்ணீரின் எடைக்குச் சமமாகும். சிலிண்டரின் கன அளவும், கூடின் கொள்ளளவும் ஒன்



படம் 21.
ஆர்க்கிமெடீஸ் தத்துவத்தைச் சரிபார்த்தல்

ருனபடியால், ஆர்க்கிமெடீஸின் தத்துவத்தை இச் சோதனையிலிருந்து நாம் தெரிந்து கொள்ளலாம்.

தண்ணீருக்குப் பதிலாக வேறு திரவங்களை உபயோகித்து, மேற்கூறிய சோதனையைச் செய்து பார்த்தால், இதே விதமான முடிவுக்கு வருகிறோம்.

சோதனை 14: ஆர்க்கிமெடீஸ் தத்துவத்தை உபயோகித்து ஒரு திடப்பொருளின் அடர்த்தி எண்ணைக் கண்டு பிடித்தல் :—

இச்சோதனைக்கு மேற்கூறப்பட்டுள்ள ஹைடிரோஸ்டாட்டிக் தராசை உபயோகிக்கலாம். வழக்கமாக உபயோகிக்கும் சன்னத் தராசாக இருந்தால், அதன் இடது தட்டின் மீது ஹைடிரோஸ்டாட்டிக் பெஞ்ச்சு ஒன்றை வைத்து, இச்சோதனையைச் செய்யலாம். பெஞ்ச்சானது தட்டையோ அல்லது அதன் சட்டத்தையோ தொடக்கூடாது.

கொடுக்கப்பட்ட பொருள் தண்ணீரைவிட பளுவானது என்று வைத்துக்கொள்வோம். முதலில் பொருளைத் தராசுதட்டின் மேல் பாகத்திலுள்ள கொக்கியிலிருந்து மெல்லிய நூலால் கட்டித் தொங்கவிடு. காற்றில் அதன் எடை எவ்வளவு என்பதைக் கண்டுபிடி. பிறகு பெஞ்ச்சின் மீது தண்ணீருள்ள டம்ளரை வைத்து, பொருள் அதில் மூழ்கும்படிச் செய். தண்ணீரில் பொருளின் எடையைக் கண்டுபிடி. முதல் எடையிலிருந்து இரண்டாவது எடையைக் கழித்தால் பொருள் தண்ணீரில் இழந்த எடை கிடைக்கும். ஆர்க்கிமெடீஸ் தத்துவத்தின்படி பொருள் இழந்த எடையானது பொருளைப் போன்ற அதே கன அளவுள்ள தண்ணீரின் எடைக்குச் சமம். ஆகையினால்,

$$\text{பொருளின் அடர்த்தி எண்} = \frac{\text{காற்றில் பொருளின் எடை}}{\text{பொருள் தண்ணீரில் இழந்த எடை}}$$

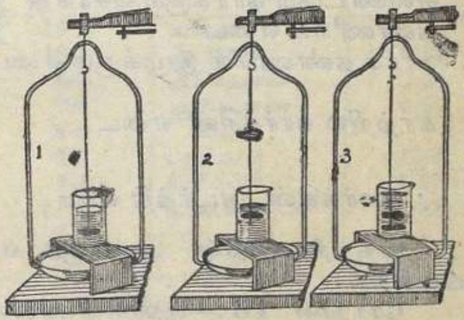
மேற்கூறிய முறையில் செய்யப்பட்ட ஒரு சோதனையில் கிடைக்கப்பெற்ற அளவீடுகள் கீழே தரப்பட்டுள்ளன.

காற்றில் பொருளின் எடை	=	50 கிராம்
தண்ணீரில் பொருளின் எடை	=	43 ,,
தண்ணீரில் பொருள் இழந்த எடை	=	7 ,,

$$\therefore \text{பொருளின் அடர்த்தி எண்} = \frac{50}{7} = 7{\cdot}1$$

தண்ணீரைவிட லேசான ஒரு திடப்பொருளின் அடர்த்தி எண்ணைக் கண்டுபிடித்தல்:

சோதனை 15:—கார்க், மரக்கட்டை போன்ற பொருள்கள் தண்ணீரை விட லேசானவை. ஒரு கார்க்கின் அடர்த்தி எண்ணைக் கண்டுபிடிக்க வேண்டுமானால், அத்துடன் சேர்த்துக் கட்டினால் இரண்டும் சேர்ந்து தண்ணீரில் மூழ்கவைக்கக் கூடிய மற்றொரு திடப்பொருளை 'ஸின்கர்' (Sinker) ஆக உபயோகிக்க வேண்டும்.



படம் 22.

கார்க்கின் அடர்த்தி எண்ணைக் கண்டு பிடித்தல்.

1. ஸின்கர் தண்ணீரில்.
2. கார்க் காற்றிலும், ஸின்கர் தண்ணீரிலும்.
3. கார்க், ஸின்கர் இரண்டும் தண்ணீரில்.

சாதாரணமாக உலோக சிலிண்டர் ஒன்றை ஸின்கராக உபயோகிக்கலாம். முதலில் சிலிண்டரைத்

தராசுத்தட்டின் மேலிருந்து தொங்கவிட்டு, அதைத் தண்ணீரில் மூழ்கவைத்து, தண்ணீரில் அதன் எடையைக் கண்டுபிடி. பிறகு கார்க் காற்றிலும், சிலிண்டர் தண்ணீரிலும் இருக்கையில் மொத்த எடையைக் கண்டுபிடி. அடுத்தபடியாக கார்க், சிலிண்டர் இவை இரண்டும் சேர்ந்து தண்ணீரில் மூழ்கியிருக்கும்பொழுது மொத்த எடையைக் கண்டு பிடி. மேற்கூறிய அளவீடுகளிலிருந்து கார்க்கின் அடர்த்தி எண்ணைக் கணக்கிடலாம்.

தண்ணீரில் சிலிண்டரின் எடை	=	34 கிராம்
சிலிண்டர் தண்ணீரிலும், கார்க் காற்றிலும் இருக்கும்பொழுது மொத்த எடை	=	36 ,,
சிலிண்டரும் கார்க்கும் சேர்ந்து தண்ணீரில் எடை	=	26 ,,
கார்க் தண்ணீரில் இழுக்கும் எடை	=	36—26
	=	10 கிராம்
காற்றில் கார்க்கின் எடை	=	36—34
	=	2 கிராம்
∴ கார்க்கின் அடர்த்தி எண்	=	$\frac{2}{10}=0.2$

ஒரு திரவத்தின் அடர்த்தி எண்ணைக் கண்டு பிடித்தல்:

சோதனை 16:—ஒரு சிலிண்டரைக் காற்றிலும் தண்ணீரிலும், கொடுக்கப்பட்ட திரவத்திலும் நிறுத்து, இம்மூன்று எடைகளையும் கண்டுபிடி. இவற்றிலிருந்து கீழ்க்கூறியபடி திரவத்தின் அடர்த்தி எண்ணைக் கணக்கிடலாம். சிலிண்டர் தண்ணீரில் இழந்த எடை, அதே கன அளவுள்ள தண்ணீரின் எடைக்குச் சமம். சிலிண்டர் திரவத்தில் இழந்த எடை, அதே கன அளவுள்ள திரவத்தின் எடைக்குச் சமம். எனவே, திரவத்தின் அடர்த்தி

$$\text{எண்} = \frac{\text{சிலிண்டர் திரவத்தில் இழந்த எடை}}{\text{சிலிண்டர் தண்ணீரில் இழந்த எடை}}$$

காற்றில் சிலிண்டரின் எடை = 45 கிராம்
தண்ணீரில் ,, = 40 ,,
திரவத்தில் (கெரசின்) ,, = 41 ,,

$$\text{கெரசின் அடர்த்தி எண்} = \frac{45-41}{45-40} = \frac{4}{5} = 0{\cdot}8$$

சில சாதாரணப் பொருள்களின் அடர்த்தி எண்கள் கீழேயுள்ள அட்டவணையில் கொடுக்கப் பட்டிருக்கின்றன.

திடப்பொருள்	அடர்த்தி எண்	திரவப் பொருள்	அடர்த்தி எண்
தங்கம்	19·3	தண்ணீர்	1
வெள்ளி	10·5	கெரசின்	0·82
தாமிரம்	8·9	ஆல்கஹால்	0·80
இரும்பு	7·5	ஆலிவ் எண்ணெய்	0·92
பித்தளை	8·4		
அலுமினியம்	2·6	பாதரசம்	13·6
துத்தநாகம்	7·1	கிளிசரின்	1·27
காரீயம்	11·2	டர்பென்டைன்	0.87
கார்க்	0·24		
கண்ணாடி	2.4		

கேள்விகள்

1. ஆர்க்கிமெடீஸ் கொள்கை என்ன ?
2. ஆர்க்கிமெடீஸ் கொள்கையை நிரூபிக்கும் சோதனையில் உபயோகிக்கப்படும் உபகரணத்தின் படம் வரை.
3. ஒரு தக்கையின் அடர்த்தி எண்ணை எவ்வாறு கண்டுபிடிப்பாய் ?
4. ஒரு தாமிர சிலிண்டர் காற்றில் 30 கி. எடையுள்ளது. அதன் அடர்த்தி எண். 8.9 தண்ணீரில் அதை நிறுத்தால் என்ன எடை இருக்கும் ?

அத்தியாயம் 5

மிதப்பு

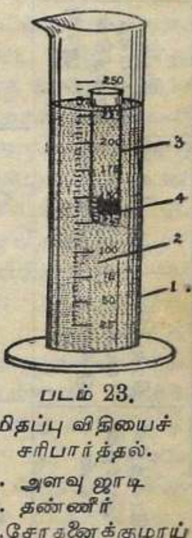
சோதனை 17:—ஒரு அகன்ற பேஸினில் பாதிக்குமேல் தண்ணீர் எடுத்துக்கொண்டு, அதில் தாமிர சிலிண்டர், ஈயகுண்டு, கண்ணாடி அடைப்பான், மரக்கட்டை, கார்க் முதலிய திடப்பொருள்களைப் போடு. இவற்றில் சில பொருள்கள் தண்ணீரில் மூழ்கியிருப்பதையும், சில பொருள்கள் மிதப்பதையும் கவனிக்கலாம். இவ்வித்தியாசத்திற்குக் காரணமென்ன ?

தாமிரம், ஈயம், கண்ணாடி இவையெல்லாம் தண்ணீரைவிட பளுவான பொருள்கள் என்றும், மரக்கட்டை, கார்க் போன்ற பொருள்கள் தண்ணீரைவிட லேசான பொருள்கள் எனறும் சொல்லுகிறோம். தண்ணீரைவிட பளுவான பொருள்கள் அதில் மூழ்கின்றன. தண்ணீரைவிட லேசான பொருள்கள் அதில் மிதக்கின்றன. ஒரு பொருள் தண்ணீரைவிட பளுவானதா, லேசானதா என்பதை அதன் அடர்த்தி எண்ணிலிருந்து அறியலாம்.

ஒரு திடப்பொருளை ஓர் திரவத்திலிட்டால் அப்பொருளின் மீது திரவத்தின் மேல் நோக்கி அழுத்தம் ஏற்படுகிறது. ஆர்க்கிமெடீஸ் தத்துவத்தின்படி இந்த அழுத்தம் பொருளின் கன அளவுள்ள திரவத்தின் எடைக்குச் சமமாகும். பொருளின் எடை அதைக் கீழ்நோக்கி அழுத்தும். திரவத்தின் மேல் நோக்கி அழுத்தம் பொருளின் எடையைவிடக் குறைவாக இருந்தால் அப்பொருள் மூழ்கும். திரவத்தின் அழுத்தம் பொருளின் எடையைவிட அதிகமாக இருந்தால் அப்பொருள் மிதக்கும். பொருளின் எடையும், திரவத்தின் அழுத்தமும் சமமாக இருந்தால், பொருள் திரவத்தில் எங்கு வேண்டுமானாலும் இருக்கமுடியும்.

மிதப்பு விதி (Law of Flotation): ஒரு திடப் பொருள் ஓர் திரவத்தில் மிதந்தால் பொருளின் எடையும், இடம் பெயர்ந்த திரவத்தின் எடையும் சமமாகும். இந்த விதியைக் கீழே கூறப்பட்டுள்ள சோதனையின் மூலம் சரிபார்க்கலாம்.

சோதனை 18:—ஓர் அளவு ஜாடியில் சுமார் முக்கால் பங்கு தண்ணீர் எடுத்துக்கொள். தண்ணீரின் மட்டத்தைக் குறித்துக் கொள். ஓர் சோதனைக் குழாயில் ஈயகுண்டுகள் (Lead shot) சிலவற்றைப் போட்டு ஜாடியில் செங்குத்தாக மிதக்கவிடு. தண்ணீரின் புதிய மட்டத்தை அளவு ஜாடியில் குறித்துக்கொள். இரண்டாவது அளவீடிலிருந்து முதல் அளவீடைக் கழித்தால் இடம் பெயர்ந்த தண்ணீரின் கன அளவு கிடைக்கும். ஒரு கன செண்டி மீட்டர் தண்ணீரின் எடை ஒரு கிராம் என்பதன் மூலம் இடம் பெயர்ந்த தண்ணீரின் எடையைத் தெரிந்து கொள்ளலாம். பிறகு சோதனைக் குழாயை வெளியே எடுத்து அதன் மேல் ஒட்டிக்கொண்டிருக்கும் நீர்த்துளிகளைத் துடைத்து, ஓர் தராசின் உதவியால் அதன் எடையைக் கண்டுபிடி. சோதனைக் குழாயும் அதன் உள்ளிருக்கும் ஈய குண்டுகளும் சேர்ந்து மிதக்கும் பொருளாகும். மிதக்கும் பொருளின் எடை இடம் பெயர்ந்த தண்ணீரின் எடைக்குச் சமம் என்பதை அறியலாம். வேறு திரவங்களையும் அளவு ஜாடியில் ஊற்றி, இச்சோதனையைச் செய்து பார்த்தால்



படம் 23.
மிதப்பு விதியைச் சரிபார்த்தல்.
1. அளவு ஜாடி
2. தண்ணீர்
3. சோதனைக்குழாய்
4. ஈய குண்டுகள்

அளவிடு எண்	உபயோகிக்கும் திரவம்	திரவத்தின் அடர்த்தி எண்	திரவத்தின் மட்டம் முதலளவு	திரவத்தின் மட்டம் 2-ம் அளவு	இடம் பெயர்ந்த திரவத்தின் கன அளவு	திரவத்தின் எடை	மிதக்கும் பொருளின் எடை
1	தண்ணீர்	1	150க.செ.மீ.	170க.செ.மீ.	20க.செ.மீ.	20 கிராம்	20 கிராம்
2	ஆல்கஹால்	0·8	110 ,,	140 ,,	30 ,,	24 ,,	24 ,,
3	கெரசின்	0·82	100 ,,	125 ,,	25 ,,	20·5 ,,	20·5 ,,
4	டர்பென்டைன்	0·87	130 ,,	158 ,,	28 ,,	24·4 ,,	24·4 ,,
5	ஆலிவ் எண்ணெய் (Olive oil)	0·92	140 ,,	162 ,,	22 ,,	20·2 ,,	20·2 ,,

மிதப்பு விதியின் உண்மையைத் தெரிந்துகொள்ள லாம்.

மிதப்புச் சோதனைக் குழாய் (Test tube float): பரிசோதனை சாலையில் திரவங்களின் அடர்த்தி எண்களைக் கண்டு பிடிக்க ஓர் லகு கருவியை நாம் எளிதில் அமைக்கக் கூடும். இதை மிதப்புச் சோதனைக் குழாய் எனலாம்.

சோதனை 19:—அடிபாகம் தட்டையாகவும், சுமார் 6 அங்குலம் நீளமும் கொண்ட ஒரு சோதனைக் குழாயை எடுத்துக்கொள். ஒரு வரைப்படக் காகிதத்திலிருந்து (Graph paper) சுமார் 6 அங்குலம் நீளமும், அரை அங்குலம் அகலமுமுள்ள ஒரு செவ்வகத்தைக் கத்திரித்து எடுத்து, குழாயின் உள் பாகத்தில் கோடுகள் வெளியே தெரியும்படி ஒட்டு. இக்காகிதம் ஒரு ஸ்கேலாக உதவுகிறது. குழாயின் அடியில் ஈயகுண்டுகளைப் போட்டு, ஒரு வாயு ஜாடியிலுள்ள தண்ணீரில் குழாயை மிதக்கவிடு. குழாய் செங்குத்தாகவும், ஜாடியின் பக்கங்களைத் தொடாமலும் மிதக்கும் வரையில் ஈயகுண்டுகளைப் போடு. தண்ணீரில் எவ்வளவு அங்குல ஆழம் குழாய் அமிழ்ந்து இருக்கிறது என்பதை ஸ்கேலில் குறித்துக்கொள். பிறகு குழாயை ஓர் திரவம் வைக்கப்பட்டுள்ள வாயு ஜாடியில் மிதக்க விடு. முன்போலவே குழாய் செங்குத்தாக மிதக்கிறதா என்பதைக் கவனி. திரவத்தில் எவ்வளவு அங்குல ஆழம் குழாய் அமிழ்ந்து இருக்கிறது என்பதைக் குறித்துக்கொள். தண்ணீரைவிட அடர்த்தி குறைவான திரவத்தில், குழாய் அதிகமாக அமிழ்ந்திருக்கும். தண்ணீரைவிட அடர்த்தி அதிகமான திரவத்தில், குழாய் குறைவாக அமிழ்ந்திருக்கும்.

மிதப்புக் குழாயானது தண்ணீரில் h_1 அங்குலமும், திரவத்தில் h_2 அங்குலமும் அமிழ்ந்தால்,

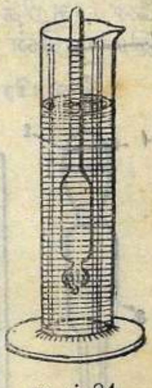
திரவத்தின் அடர்த்தி எண் $(d)=\frac{h_1}{h_2}$. ஒரு சோதனையில் கிடைக்கப்பெற்ற அளவீடுகளைக் கீழேயுள்ள அட்டவணையில் காண்க.

அளவீடு எண்	குழாய் தண்ணீரில் அமிழ்ந்திருக்கும் அளவு (h_1)	குழாய் திரவத்தில் அமிழ்ந்திருக்கும் அளவு (h_2)	திரவத்தின் அடர்த்தி எண் $(d)=\frac{h_1}{h_2}$
1	3·6 அங்.	3·0 அங்.	1·2
2	4·2 ,,	3·5 ,,	1·2
3	4·8 ,,	4·0 ,,	1·2
4	5·4 ,,	4·5 ,,	1·2

மேற்கூறிய சோதனை, சாதாரண ஹைடிரோமீட்டரின் (Common Hydrometer) தத்துவத்தை விளக்குகிறது.

ஹைடிரோமீட்டர் (Hydrometer): திரவங்களின் அடர்த்தி எண்ணை நேரடியாகக் கண்டுபிடிக்கும் கருவிக்கு சாதாரண ஹைடிரோ மீட்டர் என்று பெயர். மிதப்பு விதியை அனுசரித்து இக்கருவி நிர்மாணிக்கப் பட்டிருக்கிறது. இதன் தோற்றம் படத்தில் காட்டப்பட்டிருக்கிறது. இது கண்ணாடியால்செய்த ஓர் நீண்ட கருவி. இதன் அடிபாகம் கோளத்தைப்போல் அல்லது கூம்பைப்போல் இருக்கும். ஹைடிரோமீட்டர் வெவ்வேறு திரவங்

களில் செங்குத்தாக மிதப்பதற்கேற்றவாறு அதன் அடிபாகத்தில் பாதரசம் அல்லது ஈயகுண்டுகள் வைக்கப்பட்டிருக்கும். நடுபாகம் சிலிண்டர் வடிவமாக, சற்று அகன்றிருக்கும். மேல்பாகம் நீண்டும் சற்றுக் குறுகலாகவும் இருக்கும். இப்பாகத்தில் திரவங்களின் அடர்த்தி எண்களைக் குறிக்கும் அளவு கோடுகள் இருக்கின்றன. ஹைடிரோமீட்டரில் சாதாரணமாக மேலே 700-ல் ஆரம்பித்துக் கீழே 1500 வரையில் அளவு எண்கள் வரையப்பட்டிருக்கும். சில கருவிகள் தண்ணீரைவிட லேசான திரவங்களின் அடர்த்தியை அளக்க உதவுகின்றன. இவற்றில் அளவு எண்கள் 700-ல் ஆரம்பித்து 1000-ல் முடியும். வேறு சில கருவிகள் தண்ணீரைவிட பளுவான திரவங்களின் அடர்த்தியை அளக்க உதவுகின்றன. இவற்றில் அளவு எண்கள் 1000-ல் ஆரம்பமாகி 2000-ல் முடியும். ஹைடிரோமீட்டர் ஓர் திரவத்தில் மிதக்கும்பொழுது 1200 என்ற அளவு எண்ணைக் குறித்தால், திரவத்தின் அடர்த்தி எண் 1·2. ஹைடிரோமீட்டர் 800 என்ற எண்ணைக் குறித்தால் திரவத்தின் அடர்த்தி எண் 0·8.

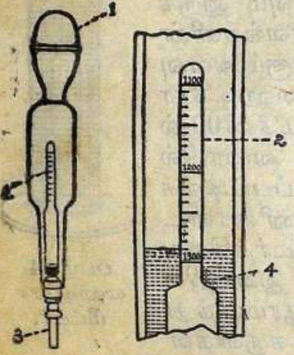


படம் 24.
ஹைடிரோ
மீட்டர்.

சோதனை 20 :—ஹைடிரோமீட்டரை உபயோகிக்கும் விதம் : எந்த திரவத்தின் அடர்த்தியைக் கண்டுபிடிக்க வேண்டுமோ அதை ஓர் உயரமான, அகன்ற கண்ணாடி ஜாடியில், சுமார் முக்கால் பாகத்திற்குமேல் ஊற்று. ஹைடிரோமீட்டரை மெதுவாகத் திரவத்தில் மிதக்கவிடு. இக்கருவி ஜாடியின் அடிபாகத்தையோ, பக்கங்களையோ தொடாமல் இருக்கவேண்டும். ஜாடியிலுள்ள திரவத்தின் மட்டம் கருவியின் எந்த அளவு கோட்டிற்குச் சரியாக

இருக்கிறது என்பதைக் கவனித்து, அந்த எண்ணைக் குறித்துக்கொள். குறித்த எண் 1120 என்றால், திரவத்தின் அடர்த்தி 1·12 என அறியலாம்.

சில பிரத்தியேக ஹைடிரோமீட்டர்கள்: 'பாட்டரி டெஸ்டர்' (Battery Tester) :— இக்கருவி, மோட்டார் வண்டி பாட்டரியின் உள்ளேயிருக்கும் கந்தக அமிலத்தின் அடர்த்தியைக் கண்டு பிடிக்க உபயோகப்படுகிறது. இக்கருவியின் தோற்றத்தைப் படத்தில் காணலாம். இதன் கீழ் முனையை பாட்டரியினுள் செலுத்தி, அதன் மேல் பாகத்திலுள்ள ரப்பர் பந்தைக் கையால் அழுத்து. பிறகு கையை விட்டுவிட்டால் அமிலம் மேலே ஏறிச்செல்லும்.



படம் 25. பாட்டரி டெஸ்டர்.
1. ரப்பர் பந்து
2. ஹைடிரோ மீட்டர்
3. அமிலத்தில் வைக்கப்படும் [முனை
4. அமிலம்

இப்பொழுது அக்கருவியின் உள்ளிருக்கும் ஹைடிரோ மீட்டர் அமிலத்தில் மிதக்கும். ஹைடிரோ மீட்டரின் உதவியால் அமிலத்தின் அடர்த்தியைத் தெரிந்து கொள்ளலாம். முழு 'சார்ஜ்' ஏறியுள்ள பாட்டரியில் அமிலத்தின் அடர்த்தி எண் சுமார் 1·28 இருக்கும். அடர்த்தி 1·16க்குக் குறைந்தால் திரும்பவும் பாட்டரியைச் 'சார்ஜ்' செய்ய வேண்டும்.

பால்மானி (Lactometer) :—நகரங்களில் பால்காரர்கள் கொண்டுவரும் பால் சுத்தமானதா, அல்லது தண்ணீர் கலந்ததா என்பதைத் தெரிந்து கொள்ள 'பால்மானி' என்ற கருவி உபயோகிக்கப்

படுகிறது. இது பிரத்தியேக அளவுகோடுகள் கொண்ட ஓர் ஹைடிரோமீட்டராகும். இதன் உதவியால் நாம் வாங்கும் பாலில் எத்தனை பங்கு தண்ணீர் சேர்க்கப்பட்டிருக்கிறது என்பதை அறியலாம்.

கேள்விகள்

1. மிதப்பு விதியைக் கூறு.
2. ஹைடிரோமீட்டர் என்றால் என்ன?
3. சாதாரண ஹைடிரோமீட்டர் ஒன்றின் படம் வரை.
4. சிறு குறிப்புக்கள் எழுது :—
   (a) பாட்டரி டெஸ்டர், (b) பால்மானி.

அத்தியாயம் 6

ஆகாய விமானம்

இருபதாம் நூற்றாண்டின் ஆரம்பத்தில் மனிதன் தன்னுடைய ஆராய்ச்சிகளின் மூலம் அடைந்த அற்புதமான வெற்றிகளில் ஆகாய மார்க்கத்தில் பிரயாணம் செய்வதற்கான சாதனங்களைக் கண்டுபிடித்ததைத்தான் முதன்மையாகக் கருதவேண்டும். ராமாயணத்தில் ஸ்ரீ ராமபிரான், சீதாதேவியுடனும் லக்ஷ்மணருடனும் புஷ்பக விமானத்திலேறி இலங்கையிலிருந்து அயோத்தியா விற்குச் சென்றார் என்று கூறப்பட்டுள்ளது. ஆனால் அது வெறும் கதையென்றே சமீபகாலம் வரையில் கருதப்பட்டுவந்தது. தற்காலத்தில் சிறு குழந்தைகள் கூட ஆகாயத்தில் விமானம் பறக்கும் சப்தத்தைக்கேட்டு, 'ஏரோப்பிளேன்' என்று உடனே கூறுகின்றன. 'இந்தியாவின் பிரதம மந்திரி பண்டித ஜவஹர்லால் நேருஜி நேற்று பம்பாயிலிருந்து புறப்பட்டு இன்றைக்கு லண்டன் போய்ச் சேர்ந்தார்' என்று பத்திரிகைகளில் நாம்

படிக்கும்பொழுது யாதொரு ஆச்சர்யத்தையும் அடைவதில்லை. இந்த நிகழ்ச்சி சர்வசகஜமாக நமக்குத் தோன்றுகிறது.

அநேக நூற்றாண்டுகளாக, ஆகாயத்தில் பிரயாணம் செய்வதற்கான முயற்சிகளில் மனிதர் ஈடுபட்டு வந்திருக்கின்றனர். இது சம்பந்தமாக இரு வகை ஆராய்ச்சிகள் செய்யப்பட்டு வந்தன. காற்றைவிட லேசான வாயுக்களை உபயோகித்துப் பறக்கும் பலூன்களையும் ஆகாயக் கப்பல்களையும் நிர்மாணித்தல், ஒருவகை ஆராய்ச்சியின் நோக்கமாக இருந்தது. காற்றைவிட பளுவான விமானங்களை அமைத்து, காற்றின் உதவியால் அவற்றைச் செலுத்துவது, இரண்டாவது வகை ஆராய்ச்சியின் நோக்கம். பறவைகள் பறப்பதைக்கண்டு, அவைகளைப் போலவே நாமும் செயற்கை இறக்கைகள் அமைத்துக் கொண்டு ஏன் பறக்கக்கூடாது என்று நினைத்து, அவ்வாறே முயற்சி செய்த அநேக மனிதர்களுடைய செய்கைகளைப்பற்றிச் சரித்திரத்திலும், கதைகளிலும் நாம் படித்திருக்கிறோம்.

பலூன்களும் ஆகாயக் கப்பல்களும்:—முதன் முதலாக பலூன்கள் பறப்பதற்கு உஷ்ணப்படுத்திய காற்றை உபயோகித்தனர். பிறகு ஹைடிரஜன் வாயு உபயோகிக்கப்பட்டது. மற்ற எல்லா வாயுப் பொருள்களையும்விட ஹைடிரஜன் லேசானபடியால், ஹைடிரஜன் நிரப்பப்பட்ட பலூன்களும் ஆகாயக் கப்பல்களும் நிர்மாணிக்கப்பட்டன. முதல் பலூன்களில், குறிப்பிட்ட திசையில் அவற்றைச் செலுத்துவதற்கான எந்திரங்கள் இல்லை. வாயு மண்டலத்திலுள்ள காற்று எந்த திசையில் வீசுகிறதோ, அதே திசையில் பலூன்களும் சென்றன. பட்டினால் செய்த, கோள வடிவமுள்ள பெரிய அறையில் ஹைடிரஜன் நிரப்பப்பட்டது. பலூ

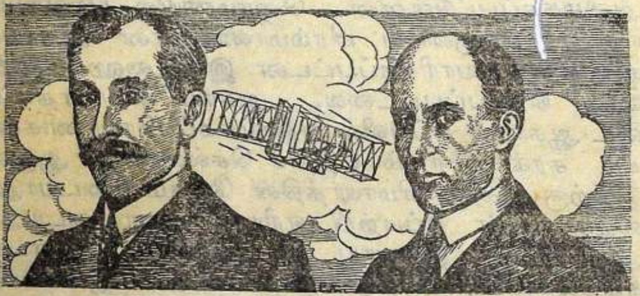
னின் அடியில் பிரயாணி, அல்லது பலூன் ஓட்டி உட்காருவதற்கு ஓர் கூடை உண்டு. அதில் பளுவான மணல் மூட்டைகள் வைக்கப்பட்டிருக்கும். மேலே செல்லவேண்டுமென்றால் மூட்டைகளை ஒவ்வொன்றாகத் தள்ளிவிடவேண்டும். கீழே இறங்கவேண்டுமென்றால் அறையிலுள்ள ஹைடிரஜனைச் சிறிது சிறிதாக வெளிவிடவேண்டும்.

ஆகாயக் கப்பல்களில் ஒரு கப்பலுக்குத் தேவையான எல்லாவித எந்திரங்களும் கருவிகளும் அமைக்கப்பட்டுள்ளன. ஜெர்மனியில் (Zeppelin) என்ற பெயருடைய பிரம்மாண்டமான ஆகாயக் கப்பல்கள் தயாரிக்கப்பட்டன. இவை ஹைடிரஜன் வாயு நிரப்பப்பட்டவை. ஆகாய விமானத்தை விட ஆகாயக் கப்பலில் அதிகமாகப் பிரயாணிகளையும் சரக்குகளையும் ஏற்றிச் செல்லலாம். ஆனால் இதற்கு ஆகாய விமானத்தின் வேகம் கிடையாது. ஹைடிரஜன் தீப்பற்றி எரியும் குணமுடையது. ஆகையினால் இவ்வாயு நிரப்பப்பட்ட ஆகாயக் கப்பல்களில் தீவிபத்து ஏற்படக்கூடும். இங்கிலாந்தில் R 101 என்ற மிகப்பெரிய ஆகாயக்கப்பல் ஒன்றைத் தயாரித்தனர். அது முதல் தடவையாக இங்கிலாந்திலிருந்து இந்தியாவுக்கு வருகையில் தீப்பற்றி எரிந்து, அதிலிருந்த அனைவரும் மாண்டனர். பிறகு இங்கிலாந்தில் ஆகாயக் கப்பல்கள் தயாரிப்பதை நிறுத்திவிட்டனர்.

தற்காலத்தில் ஹைடிரஜனுக்கு பதிலாக ஹீலியம் (Helium) என்ற வாயு ஆகாயக்கப்பல்களில் உபயோகிக்கப்படுகிறது. இது ஹைடிரஜனைவிட நாலு மடங்கு பளுவானது. ஆனால் காற்றைவிட லேசானது. தீப்பற்றி எரியாது. ஹைடிரஜனைப் போல ஹீலியத்தை மலிவாகத் தயாரிக்க முடியாது. சென்ற சில வருஷங்களாக, அதிவேகமாகச் செல்லக்கூடியதும், மிகப் பெரியது

மான ஆகாய விமானங்கள் தயாரிக்கப்பட்டு வருகின்றன. ஆகையினல் ஆகாயக் கப்பல்கள் இப்பொழுது சாதாரணமாக உபயோகத்தில் இல்லை.

ஆகாய விமானத்தின் வரலாறு—:1896-ம் ஆண்டில் (Langley) என்ற அமெரிக்க விஞ்ஞானி காற்றில் பறக்கும் விமானம் ஒன்றை அமைத்தார். அது, தானே காற்றில் எழும்பாவிட்டாலும், அரை மைல் தூரம் வரையில் பறந்தது. இருபதாம்



படம் 26 : முதன்முதலில் பெட்ரோல் எஞ்சினல் ஓட்டப்படும் ஆகாய விமானம் செய்த ரயிட் சகோதரர்கள்

நூற்ருண்டின் ஆரம்பத்தில் (Lilienthal) என்ற ஜெர்மன் எஞ்சினியர் பெரிய இறக்கைகள் கொண்ட லேசான 'கிளைடர்' (Glider) என்ற ஒருவகை விமானத்தை அமைத்து, அதில் சுமார் 2000 தடவை காற்றில் பறந்தார். கடைசியில் 80 மீட்டர் உயரத்திலிருந்து பறக்கும்பொழுது கீழே விழுந்து உயிர் இழந்தார். 1903-ம் ஆண்டில் அமெரிக்காவில் Orville Wright, Wilbur Wright என்ற சகோதரர்கள் முதன் முதலாகத் தங்கள் விமானத்தில் ஓர் எஞ்சினை அமைத்து, காற்றில் பறந்து செல்வதில் வெற்றி அடைந்தனர். தங்கள் விமானத்தை மேலும் சீர்திருத்தி, 1905-ம்

ஆண்டில் 24 மைல் தூரம் பறந்து, ஆபத்தின்றி பூமியை அடைந்தனர். 1908-ம் ஆண்டில் Wilbur Wright பிரெஞ்சு தேசத்திற்குத் தன் பைப்பிளேனை (Biplane) எடுத்துச்சென்று, அங்கு கூடியிருந்த ஓர் பெரிய கூட்டத்திற்கு முன்பாகத் தன் விமானத்தில் மணிக்கு 60 மைல் வேகத்தில் பறந்து காண்பித்தார். தன்னுடன் ஒரு பிரயாணியையும் ஏற்றிச் சென்றார். 1909-ம் ஆண்டில் Bleriot என்பவர் தன்னுடைய மோனோப்பிளேனில் (Monoplane) இங்கிலீஷ் கால்வாயை (English channel) தாண்டினார். அதே வருஷத்தில் Farman என்பவர் ஒரு பைப்பிளேனில் நான்கு மணி நேரத்தில் 140 மைல் பறந்து சென்றார்.

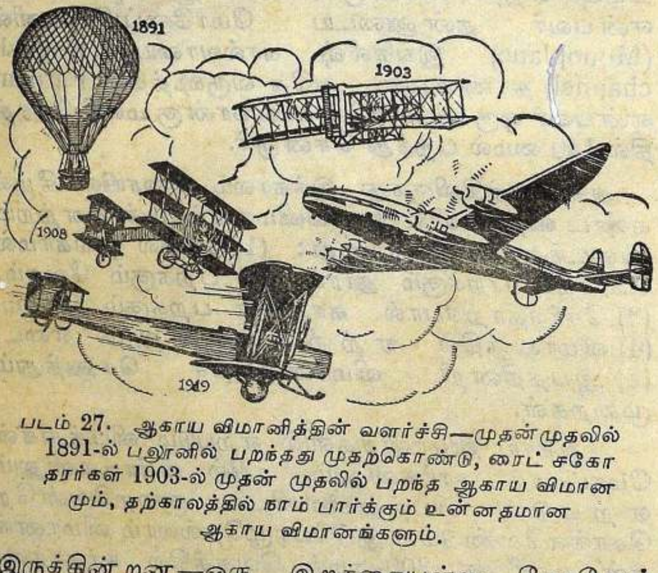
அக்காலத்திலிருந்து இக்காலம் வரையில் கீழ்க் கண்ட விதங்களில ஆகாயவிமானம் முன்னேற்றம் அடைந்து வந்திருக்கிறது: (1) நடுவில் தங்காமல் நேராகப் பறக்கும் தூரம். (2) பறக்கும் வேகம். (3) சேர்ந்தாற்போல் காற்றில் பறக்கும் நேரம். (4) விமானத்தில் ஏற்றிச்செல்லும் எடை. (5) ஆபத்தின்றி விமானத்தைச் செலுத்தும் முறைகள்.

ஆகாய விமானங்களில் ஏற்படும் விபத்துகள் மோட்டார் கார்களிலும், ரயில் வண்டிகளிலும் ஏற்படும் விபத்துகளைவிடக் குறைவென்றே சொல்லவேண்டும். இப்பொழுதெல்லாம் விமானங்கள் மணிக்கு 300-மைல் வேகத்தில் சாதாரணமாகச் செல்கின்றன. பெரிய விமானங்களில் 50-முதல் 100 பிரயாணிகள் வரையில் ஏற்றிச் செல்ல முடியும்.

முதல் உலக மகாயுத்தத்தில் ஏரோப்பிளேன்கள் எதிரிப்படைகளின் மீது குண்டு வீசுவதற்கும், எதிரியின் விமானங்களுடன் சண்டை போடுவதற்கும், உளவு பார்ப்பதற்கும் உபயோகிக்கப்பட்டன.

அவைகளுக்கு முறையே Bombers Fighters, Reconnaisance Planes என்ற பெயர்கள் வழங்கப்பட்டன. அந்த யுத்தம் முடிந்த பிறகுதான் சாதாரண ஜனங்கள் (Civilians) ஆகாய விமானங்களில் பிரயாணம் செய்ய ஆரம்பித்தனர்.

ஆகாய விமானங்களின் வகைகள்:—சாதாரணமாக இருவகை விமானங்கள் உபயோகத்தில்



படம் 27. ஆகாய விமானித்தின் வளர்ச்சி—முதன் முதலில் 1891-ல் பலூனில் பறந்தது முதற்கொண்டு, ரைட் சகோதரர்கள் 1903-ல் முதன் முதலில் பறந்த ஆகாய விமானமும், தற்காலத்தில் நாம் பார்க்கும் உன்னதமான ஆகாய விமானங்களும்.

இருக்கின்றன—ஒரு இறக்கையுள்ள மோனோப்பிளேன், இரு இறக்கைகளுடைய பைப்பிளேன். பைப்பிளேனைவிட மோனோப்பிளேன் லேசானது; அதிக வேகமாகச் செல்லக்கூடியது. பைப்பிளேன் மோனோப்பிளேனைவிட ஸ்திரத்துவம் (Stability) கொண்டது; அதிக பளுவை எடுத்துச் செல்லக்கூடியது. மூன்று இறக்கைகள் கொண்ட 'டிரைப்பிளேன்' (Triplane) என்ற விமானத்தை

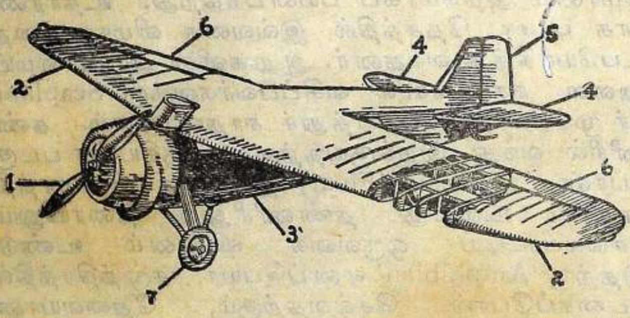
அமைத்து, அதைப் பரிசோதனை செய்து பார்த்தனர். ஆனல் முதல் இருவகைகளைப்போல அது அவ்வளவு திருப்தி அளிக்கவில்லை.

தண்ணீரிலிருந்து கிளம்பித் தண்ணீரிலேயே வந்து இறங்கும் ஒரு வகை விமானம் அமைக்கப்பட்டுள்ளது. இதற்கு Seaplane எனப்பெயர். விமான நிலையங்கள் (Aerodromes) இல்லாத பிரதேசங்களில், பெரிய ஆறுகள் இருந்தால், இவ்வகை விமானம் அதிகமாகப் பயன்படுகிறது. உதாரணமாக பர்மா தேசத்தில் இவ்வகை விமானத்தை உபயோகித்து வந்தனர். ஆறுகளின் அருகாமையிலுள்ள நகரங்களில் வசிப்பவர்களுக்கு Seaplane ஓர் முக்கிய போக்குவரத்துச் சாதனமாகும். தண்ணீரில் வந்து இறங்குவதற்குத் தகுதியான படகு போன்ற அமைப்பு (Float) இவ்வகை விமானத்தினடியில் உள்ளது. தண்ணீரிலும், தரையிலும் செல்லக்கூடிய ஒருவகை விமானம் உண்டு. இதற்கு 'Amphibian' எனப்பெயர். சமுத்திரத்தில் படகைப்போல் செல்வதற்கும், தேவையான பொழுது காற்றில் பறப்பதற்கும் உதவும்படியான விமானத்திற்கு 'Flying Boat' என்ற பெயர் வழங்கப்படுகிறது. இது உருவத்தில் படகை ஒத்திருக்கும்.

'ஹெலிகாப்டர்' (Helicopter) என்ற மற்ருெரு வகை விமானத்தை அமைத்து, அதன் பறக்கும் திறமையைப்பற்றி ஆராய்ச்சிகள் செய்து வருகின்றனர். இவ்விமானம் தரையிலிருந்து செங்குத்தாக ஆகாயத்தில் கிளம்பி, பிறகு நாம் விரும்பும் திசையில் செல்லக்கூடியது. இவ்வகை விமானத்திற்குப் பிரத்தியேகமான விமான நிலையங்கள் தேவையில்லை. ஒவ்வொரு வீட்டிலுமுள்ள திறந்த மாடியில் ஒவ்வொரு ஹெலிகாப்டரை வைக்கலாம். ஹெலிகாப்டரைப் போலவே 'Autogyro'

என்ற மற்றொரு வகை விமானமும் உண்டு. இதிலுள்ள சில அம்சங்கள் ஹெலிகாப்டரில் உபயோகிக்கப்படுகின்றன.

ஆகாய விமானத்தின் பாகங்களும் அமைப்பும் :— ஆகாய விமானத்தின் பல்வேறு பாகங்கள் ஆரம்பத்தில் உறுதியான மரவகைகளைக் கொண்டு தயாரிக்கப்பட்டு வந்தன. ஆனால் இப்பொழு

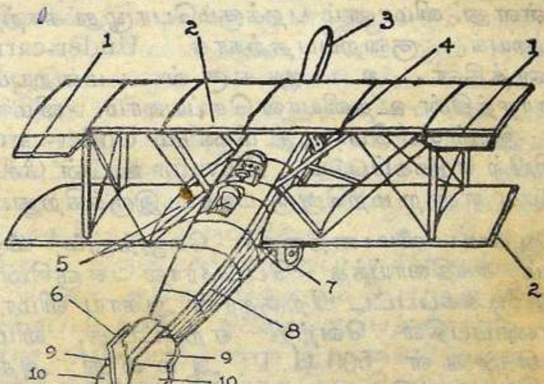


படம் 28. ஆகாயவிமானம்—மோனோப்பிளேன் (பாகங்கள்)

1. முன்-தள்ளி (Propeller)
2. இறக்கை (Wing)
3. உடல் (Fuselage)
4. உயர்த்தி (Elevator)
5. சுக்கான் (Rudder)
6. எய்லரான் (Aileron)
7. சக்கரம்(Under-carriage)

தெல்லாம் 'டியூராலுமின்' (Duralumin) என்ற அலுமினியத்தின் உலோகக் கலவையை விமானம் தயாரிக்க உபயோகிக்கின்றனர். இப்பொருள் லேசானது; ஆனால் மிகவும் உறுதியானது. தவிர, இது தண்ணீரால் பாதிக்கப்படுவதில்லை. ஆகையினால் Seaplanes, Amphibians, Flying boats இவ்வகை விமானங்களுக்கு இது மிகவும் தகுதியானது.

விமானத்தின் உடல்பாகத்திற்கு Fuselage என்று பெயர். இதில் விமான ஓட்டியின் (Pilot) அறை, பிரயாணிகளின் அறை, பெட்ரோல் வைக்கப்படும் தொட்டிகள் (Petrol tanks), விமான எஞ்சின் முதலிய பாகங்கள் அடங்கியுள்ளன. முன்புறத்தில் மின்சார விசிறியின் தோற்றமுடைய 'முன்-தள்ளி' (Propeller) வைக்கப்பட்டிருக்கிறது. இது விமான எஞ்சினுடன் பிணைக்கப்பட்டிருக்கிறது. இதை 'முன்—இழுக்கும் கருவி' (Tractor screw) என்று கூறுவதுதான் பொருத்தமாகும். Propeller அதிவேகமாகச் சுழலக் கூடியது.



படம் 29. ஆகாயவிமானம்—பைப்பிளேன் (பாகங்கள்)

1. எய்லரான்
2. இறக்கை
3. முன் தள்ளி
4. எஞ்சின் வைக்கும் இடம்
5. அறை (Cabin)
6. சுக்கான்
7. சக்கரம்
8. உடல்
9. நிலைப்பு பாகம் (Stabilizer)
10. உயர்த்தி

விமானத்தின் இறக்கை அல்லது இறக்கைகள் (Wings) உடலுடன் இணைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. இறக்கையின் நீளம் அகலத்தைவிட 10-15 மடங்கு இருக்கலாம். இது கிடையாக (Horizontal) இல்லா

மல் சற்று மேல் நோக்கிச் சாய்ந்தும், அடிபாகம் சற்றுக் குழிவாக வளைந்தும் இருக்கும். இறக்கையின் பின்பக்க நுனிகளில் 'எய்லரான்ஸ்' (Ailerons) என்ற மடிப்புகள் உள்ளன. விமானத்தின் பின் பாகத்தில் உயர்த்திகளும் (Elevators), சுக்கானும் (Rudder) இருக்கின்றன. விமானத்தின் அடியில் சக்கரங்கள் கொண்ட 'Under-carriage' என்ற பாகம் இருக்கிறது. இது உறுதியானது. இதை நீட்டவும் மடக்கவும் முடியும். Propellers சுழலும் பொழுது அவற்றின் முனைகள் தரையில் படாதபடி மேற்கூறிய பாகத்தின் உயரம் அமைக்கப் பட்டுள்ளது. விமானம் பறக்கும்பொழுது காற்றின் தடையைக் குறைப்பதற்காக Under-carriage விமானத்தின் உடலுக்குள் மறையும்படி மின்சாரத்தின் உதவியால் செய்யலாம். விமானம் கீழே இறங்கும் பொழுது மீண்டும் Under-carriage வெளியில் எடுக்கப்படும். Elevator உடன் சேர்ந்த Stabilizer என்ற மற்றொரு பாகம் இருக்கிறது.

ஆகாய விமானத்தைச் செலுத்தும் விதம்: மிகவும் சக்திவாய்ந்த பெட்ரோல் எஞ்சின்கள் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட பிறகுதான் ஆகாய விமானம் நிர்மாணிப்பதில் வெற்றி ஏற்பட்டது. விமான எஞ்சின்கள் 500 H. P. அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட சக்தி உடையவை. எஞ்சின் வேலை செய்யும்பொழுது Propeller மிகவும் விசையுடன் சுழலுகிறது. விமானத்தின் முன்புறத்தில் ஓர் வெற்றிடம் ஏற்பட்டு, விமானம் அடியிலுள்ள சக்கரங்களின் மீது மோட்டார் வண்டியைப்போல் முன் செல்லுகிறது. இப்பொழுது எதிர் திசையிலிருந்து விமானத்தை நோக்கிக் காற்று பலமாக வீச ஆரம்பிக்கிறது. இக்காற்று விமான இறக்கையினடியில் மோதுவதால் விமானம் ஆகாயத்தில் கிளம்புகிறது. போதிய அளவு காற்றை உண்டு பண்ணுவதற்கு விமானம் 1000 அடிக்குமேல்

நேரான பாதையில் செல்ல வேண்டியிருக்கிறது. விமான நிலையங்களில் இப் பாதைக்கு 'ரன் எவே' (Run-away) எனப்பெயர். இப்படிச் செல்வதை 'டாக்ஸி யிங்' (Taxi-ing) என்று கூறுவர்.

ஓர் குறிப்பிட்ட உயரம் விமானம் மேலே சென்றவுடன் பைலட்டு (Pilot) அதற்கேற்ற கருவிகளை உபயோகித்து, விமானத்தை நேரே செலுத்தவோ, ஏறவோ, இறங்கவோ, திரும்பவோ செய்யலாம். விமானம் காற்றில் எவ்வாறு தாங்கப்படுகிறது என்பதைக் கவனிப்போம். விமானம் மூன்றுவித சக்திகளால் இயக்கப்படுகிறது—புரொபெல்லரின் (Propeller) முன் இழுக்கும் சக்தி, காற்றின் சக்தி, விமானத்தின் எடை. இம் மூன்றின் தொகுதிப் பயனுக (Resultant) விமானம் காற்றில் பறக்கிறது. பின்பாகத்திலுள்ள 'எலிவேட்டர்'களை (Elevator) உயர்த்தினல் விமானம் மேலேசெல்லும். எலிவேட்டர்களைத் தாழ்த்தினல் விமானம் இறங்கும். சுக்கானை (Rudder) வலபக்கமோ, இடபக்கமோ திருப்பினல் அத்திசையில் விமானம் திரும்பும். சுற்றுப்புறத்திலுள்ள காற்றின் வேகம் அதிகமாயிருக்கும் பொழுது விமானம் பாதிக்கப்படாமல் நிலைத்திருப்பதற்காக 'எய்லரான்ஸ்' (Ailerons) என்ற இறக்கையிலுள்ள மடிப்புகளைத் தக்கபடி இயங்கச்செய்கின்றனர். இதைத் தவிர, விமானத்தின் பின் பாகத்திலுள்ள 'ஸ்டெபிலைசர்' (Stabilizer) என்ற அமைப்பும் விமானத்திற்கு ஸ்திரத்துவத்தை அளிக்க உதவுகிறது. விமானத்தை ஓர் நிலையத்தில் இறக்கும்பொழுது எஞ்சினை நிறுத்தி, நிதானமாகக் கீழே இறங்கவேண்டும். தரையை அடையும்பொழுது அதிர்ச்சி ஏற்படாவண்ணம் அதிர்ச்சி நீக்கிகள் (Shock-absorbers) அமைக்கப்பட்டுள்ளன.

பறக்கக் கற்றுக்கொள்ள உதவும் விமானம் சாதாரணமாகச் சிறியதாக இருக்கும். அதில் ஒரு

எஞ்சின்தான் இருக்கும். பிரயாணிகளை ஏற்றிக் கொண்டு வெகுதூரம் பறக்கும் விமானங்களில் இரண்டு அல்லது மூன்று எஞ்சின்கள் வைக்கப் பட்டிருக்கும். இவை இறக்கையின் முன் பாகத் தில் அமைக்கப்பட்டுள்ளன. ஒரு எஞ்சின் பழு தடைந்தால் இதர எஞ்சின்களின் உதவியால் அபாயமின்றி விமானத்தைச் செலுத்தலாம். பிர யாணமும் தடைபடாது.

விமானத்தில் உபயோகிக்கும் கருவிகள்:— சாதாரண மோட்டார் காரில் டிரைவர் முன்பாக உள்ள டாஷ்போர்டில் (Dashboard) பல கருவிகள் வைக்கப்பட்டிருப்பதைக் கவனித்திருப்பீர்கள். அவற்றுள் முக்கியமானவை வேகத்தை அளக்கும் கருவி (Speedometer), பெட்ரோல் அளவைக் கருவி (petrol gauge), மைலேஜ் மீட்டர் (mileage meter). ஒரு விமானத்தில் மோட்டார் காரைவிட மேலும் அநேக கருவிகள் காணப்படும். அவற் றுள் சில முக்கிய கருவிகளைப்பற்றி இங்கு கூற லாம்—(1) உயரத்தை அளக்கும் கருவி (Altimeter), (2) வேகத்தை அளக்கும் கருவி (Speedometer), (3) உஷ்ணமானி (Thermometer), (4) காற்றின் அழுத்தத்தை அளக்கும் கருவி (Pressure gauge), (5) திசைகாட்டி (Compass), (6) பெட்ரோல் அள வைக் கருவி (Petrol gauge). இவற்றைத் தவிர விமானத்தைச் செலுத்துவதற்கான பல்வேறு கருவிகளும் விமான ஓட்டியின் அருகில் உள்ளன.

விமானமும் ரேடியோக் கருவிகளும்:— தற் காலத்தில் எல்லாப் பெரிய விமானங்களிலும் இரு வகை ரேடியோக் கருவிகள் அமைக்கப்பட்டுள் ளன—செய்தி அனுப்பும் கருவி (Transmitter), செய்தி வாங்கும் கருவி (Receiver). விமான நிலையங்களிலிருந்து அவ்வப்பொழுது புயல், மழை முதலிய வானிலைச் செய்திகள் ரேடியோவின்

மூலம் ஒலிபரப்பப்படுகின்றன். ரிசீவரின் உதவியால் இச்செய்திகளைத் தெரிந்து கொண்டு, அதற்கேற்றவாறு விமான ஓட்டிகள் தங்கள் விமானங்களைச் செலுத்துவார்கள்; அல்லது அருகாமையிலுள்ள விமான நிலையத்தில் தங்கள் விமானங்களை இறக்குவார்கள். ஒரு விமானத்தில் திடீரென்று பழுது ஏதேனும் ஏற்பட்டாலும், அல்லது விமானத்திற்கே ஏதேனும் அபாயம் ஏற்பட்டாலும், டிரான்ஸ்மிட்டரை (ஒலி செலுத்தியை) உபயோகித்து அருகிலுள்ள விமான நிலையங்களுக்குச் செய்தியை அறிவிக்கின்றனர். உதவி விமானங்கள் நிலையங்களிலிருந்து உடனே அனுப்பப்படுகின்றன.

விமானத்தின் உபயோகங்கள்:—யுத்த காலத்தில் ஒரு தேசத்தை எதிரிகளின் ஆக்ரமிப்பிலிருந்து காப்பாற்றுவதற்கும், எதிரிகளுடன் போர் புரிவதற்கும் விமானங்கள் உபயோகிக்கப்படுகின்றன. சமாதான காலத்தில் துரிதப் பிரயாணத்திற்கான சாதனமாக ஆகாய விமானம் விளங்குகிறது. இப்பொழுது உள் நாட்டிலும், வெளி நாடுகளுக்கும் கடிதப் போக்கு வரத்து விமானங்களின் உதவியால் நடைபெறுகிறது. இருபதாம் நூற்றாண்டு முடிவடைவதற்குள் அநேகமாக தூரப் பிரயாணங்களுக் கெல்லாம் ஆகாய விமானம் எல்லோராலும் உபயோகிக்கப்படும் என்பதில் ஐயமில்லை. நகரங்களில் செல்வதற்கு மோட்டார் கார்கள் உபயோகமாகும். ரயில் வண்டிகளும், நீராவிக் கப்பல்களும் சிறிது சிறிதாக முக்கியத்துவத்தை இழந்துவிடும்.

தானியங்களை விதைப்பதற்கும், தாவரங்களை நாசம் செய்யும் பூச்சிக்கூட்டங்களை (Locusts) அழிப்பதற்கும் விமானங்கள் உபயோகிக்கப்படுகின்றன.

கேள்விகள்

1. ஆகாய விமானத்தின் முக்கிய பாகங்களை விளக்க ஓர் படம் வரை.

2. ஆகாய விமானத்தில் கீழ்க்கூறிய பாகங்களின் வேலைகள் யாவை?

   (*a*) முன் தள்ளி, (*b*) சுக்கான், (*c*) எய்லரான், (*d*) உயர்த்தி எந்திரம்.

3. ஆகாயக் கப்பலுக்கும், ஆகாய விமானத்திற்கும் உள்ள இரண்டு முக்கிய வித்தியாசங்களை எழுது.

4. விமான நிலையத்தில் நேரான பாதை ஒன்று எதற்காக உள்ளது?

5. விமானம் தரையில் எவ்வாறு அதிர்ச்சியின்றி இறங்குகிறது?

6. விமானத்தில் பைலட்டின் முன்பாக வைக்கப்பட்டிருக்கும் முக்கிய விஞ்ஞானக் கருவிகள் யாவை?

7. தண்ணீரிலும், காற்றிலும் செல்லும் விமானத்தைப்பற்றி சிறு குறிப்பு எழுது.

8. ஹெலிகாப்டர் என்றால் என்ன?

அத்தியாயம் 7

லகு எந்திரங்கள்

[இயங்கு கப்பி—கப்பித் தொகுதி—சாய்தளம்—திருகு].

எந்திரங்களும், உலக வாழ்க்கையும்:—தினந்தோறும் நாம் செய்யும் வேலைகளைப்பற்றி யோசனை செய்து பார்த்தால், எந்திரங்களின் உதவியின்றி எவ்வித வேலையையும் திறமையுடன் செய்ய முடியாது என்பதை உணர்வோம். ஒவ்வொரு வீட்டிலும் பலவிதமான எந்திரங்கள் வழக்கத்தில் இருக்கின்றன. கதவின் தாழ்ப்பாள், கோடாலி, மண்வெட்டி, கத்திரிக்கோல், சுத்தி, கப்பிகள், இடுக்கி, தையல்மெஷீன், செடிகளின் கிளைவெட்டி, கத்தி இவையெல்லாம் லகு எந்திரங்களாகும். வீடு கட்டுவதற்கும், நிலத்தை உழுவதற்கும், பயிர்களை அறுவடை செய்வதற்கும், ஆடைகளை நெசவு செய்வதற்கும், புத்தகங்கள், பத்திரிகைகள் அச்சடிப்பதற்கும், ஓரிடத்திலிருந்து மற்றோரிடத்திற்குச் செல்வதற்கும் எந்திரங்களை உபயோகிக்கிறோம். மொத்தத்தில் எந்திரங்கள் இல்லாவிட்டால் வாழ்க்கை நடத்துவதே மிகவும் கடினமாகத் தோன்றும்.

பெரிய எந்திரங்களெல்லாம் அநேக லகு எந்திரங்களைச் சேர்த்து அமைத்தவையாகும். வழக்கத்தில் இருக்கும் லகு எந்திரங்கள் பின் வருமாறு: நெம்புகோல், கப்பி, சாய்தளம், உருளை—இருசு, திருகு. எந்திரங்களை இயங்கச் செய்யும் சக்தி நம்முடைய தேகவலிமை, அல்லது குதிரை போன்ற பிராணிகள், அல்லது நீராவி எஞ்சின் முதலியன.

மனிதனின் தேக சிரமத்தைக் குறைப்பதற்கும், அவனுடைய வினைத்திறனை (Efficiency)

அதிகரிப்பதற்கும் உதவும்படியான கருவிக்கு எந்திரம் எனப்பெயர்.

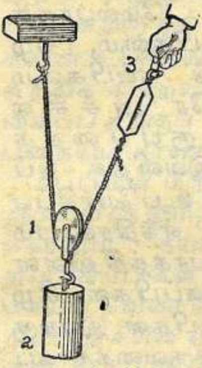
நிலைக்கப்பி (Fixed Pulley): கிணற்றிலிருந்து தண்ணீர் இழுப்பதற்கு நிலைக்கப்பி உதவுகின்றது. இதை உபயோகிப்பதில் தடையும், திறனும் சமமாக இருக்கின்றன.

சோதனை 21:—ஒரு கப்பியை அதன் கொக்கியினால் ஒரு சட்டத்திலிருந்து தொங்கவிடு. கப்பியின் உருளையைச் சுற்றி ஒரு கயிற்றை பொருந்த வைத்து, அதன் ஒரு முனையில் ஓர் பளுவையும், மற்றொரு முனையில் ஒரு வில் தராசையும் இணை. தராசின் வளையத்தை விரலால் கீழ்நோக்கி இழுத்து, தராசின் முள்ளானது காண்பிக்கும் எடையைக் குறித்துக் கொள். பிறகு பளுவாக உபயோகிக்கும் பொருளின் எடையைக் கண்டுபிடி. இவ்விரு எடைகளையும் ஒப்பிட்டுப்பார்த்தால் சமமாக இருப்பதை அறியலாம். எனவே, நிலைக்கப்பியின் எந்திரலாபம் = 1, என்று அறிவோம். இக் கருவியின் அனுகூலம் என்ன வென்றால், நம் சக்தியைச் சௌகரியமான திசையில் உபயோகிக்க முடியும்.

படம் 30.
நிலைக்கப்பி
1. நிலைக்கப்பி
2. பளு
3. திறன்

இயங்கு கப்பி (Movable pulley): வீடு கட்டும்பொழுது பளுவான இரும்பு கர்டர்களையும், மர உத்திரங்களையும் மேலே உயர்த்துவதற்கு. இயங்கு கப்பிகளை சாதாரணமாக உபயோகிக்கின்றனர். மின்சார விளக்குகளை நம் விருப்பப்படி உயர்த்தவும் தாழ்த்தவும் இயங்கு கப்பி பயன்படுகிறது.

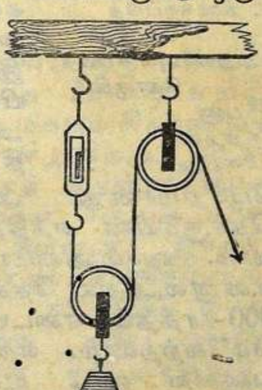
இந்த வேலையைச் செய்வதற்கு இயங்கு கப்பி ஒன்றும் நிலைக்கப்பி ஒன்றும் சேர்த்து உபயோகிக்கிறோம்.



படம் 31.
இயங்கு கப்பி.
1. இயங்கு கப்பி
2. பளு
3. திறன்

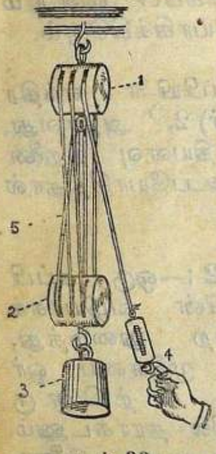
இயங்கு கப்பியின் எந்திர லாபம் = (சுமார்) 2. அதாவது, தடைக்குப் பாதியளவு திறனை இக்கருவியில் உபயோகித்தால் போதுமானது.

சோதனை 22:—ஒரு கப்பியின் உருளையின் வழியாகக் கயிறு ஒன்றை நுழைத்து, கயிற்றின் ஒரு முனையை ஓர் சட்டத்துடனும், மற்றொரு முனையை ஒரு வில் தராசுடனும் படத்தில் காட்டியபடி இணை. கப்பியின் கொக்கியிலிருந்து ஒரு பளுவைத் தொங்கவிடு. தராசின் வளையத்தில் விரலை விட்டு பளுவை மேலே உயர்த்து. இப்பொழுது தராசின் முள்ளானது காண்பிக்கும் எடையைக் குறித்துக்கொள். பிறகு பளுவாக உபயோகிக்கும் பொருளின் எடையைக் கண்டுபிடி. இந்த எடை 200 கிராம் என்றால் தராசின் முள் 100 கிராமுக்குச் சற்று அதிகமான எடையைக் குறிக்கும். 100 கிராமுக்கு மேற்பட்ட எடையானது கப்பியின் உராய்வை ஈடுசெய்வதற்காக உபயோகிக்கப்படுகிறது.



படம் 32.
இயங்கு கப்பி

கப்பித் தொகுதி:—ஒருவகைக் கப்பித் தொகுதியின் தோற்றம் படத்தில் காட்டப்பட்டிருக்கிறது.

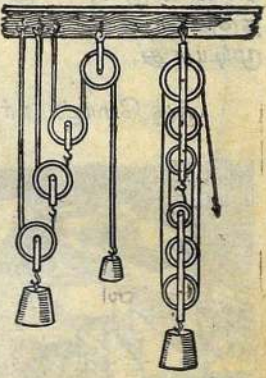


படம் 33.
கப்பித்தொகுதி.
1. நிலைக்கப்பித் தொகுதி
2. அசையும் கப்பித் தொகுதி
3. பளு
4. திறன்
5. கயிறு

இத்தொகுதியின் மேல்பாகத்தில் மூன்று கப்பிகளும், கீழ் பாகத்தில் மூன்று கப்பிகளும் அடுத்தடுத்து ஒரே அச்சில் வைக்கப்பட்டிருப்பதைக் கவனிக்கலாம். இவ்விதக் கப்பித் தொகுதிகளை உபயோகிப்பதால் அதிக எந்திரலாபம் உண்டு. மேல் பாகத்திலுள்ள கப்பிகள் நிலைக் கப்பிகள். கீழ் பாகத்திலுள்ள கப்பிகள் இயங்கு கப்பிகள். மற்றொருவகைக் கப்பித் தொகுதியில் ஒவ்வொரு பாகத்திலும் உள்ள கப்பிகள் ஒன்றின் கீழ் ஒன்றாக அமைக்கப்பட்டிருக்கும். இயங்கு கப்பிகளின் மொத்த எடை பளுவைவிட மிகவும் குறைவாக இருந்தால் மேற்கூறிய தொகுதியில் பளுவைத் தூக்குவதற்கு அதில் சுமார் ஆறில் ஒரு பாகத்திற்கு மேல் திறன் இருந்தால் போதுமானது. அதாவது, இவ்விதக் கப்பித் தொகுதியின் எந்திரலாபம் சுமார் 6 எனக்கருதலாம். ஒருவனுடைய எடை சுமார் 150 ராத்தல் என்றால், அவன் தேகபளுவை உபயோகித்து சுமார் 900 ராத்தல் எடையுள்ள பளுவான பொருளை மேலேற்றலாம். எந்திரலாபம் இருந்தபோதிலும் பளுவை ஓரடி உயர்த்துவதற்கு 6 அடி நீளம் கயிற்றை இழுத்தாக வேண்டும்.

கப்பிகளின் அமைப்பும், அவற்றில் ஏற்படும் உராய்வும்:—ஒரு கப்பியை எடுத்து அதன்

அமைப்பை கவனித்துப் பார். நடுவில் அச்சும், அதில் சுழலும்படியான ஓர் உருளையும், தொங்க விடுவதற்கு ஓர் சட்டமும், கொக்கியும் இருப்பதைக் கவனி. உருளையின் விளிம்பைச் சுற்றிக் கயிற்றைப் பொருந்த வைப்பதற்குப் பள்ளம் இருப்பதையும் காணலாம்.



படம் 34.
கப்பித் தொகுதிகள்.

கப்பிகள் மரத்தினாலும், இரும்பினாலும், அலுமினியத்தினாலும் தயாரிக்கப்படுகின்றன. கப்பிகள் நன்றாக வேலை செய்ய வேண்டுமானால் அவற்றின் அச்சில் ஏற்படும் உராய்வை (Friction) கூடிய வரையில் குறைக்கவேண்டும். இதற்காகத்தான் கப்பிகளுக்கு உயவுப்பொருளாக (Lubricant) எண்ணெய்களை உபயோகிக்கிறார்கள்.

சாய்தளம் (Inclined Plane):—ஒரு மலையடிவாரத்திலிருந்து மலைச்சிகரத்தை நோக்கி ஏறிச் செல்ல வேண்டுமென்றால், அது மிகவும் சிரமமான காரியம் என்று நமக்குத் தோன்றுகிறது. நமது தேசத்தில், அதுவும் முக்கியமாகத் தென்னிந்தியாவில், பிரசித்திபெற்ற கோவில்கள் எல்லாம் மலைகளின் மீதுதான் கட்டப்பட்டுள்ளன. இந்தக் கோவில்களுக்குச் செல்வதற்காகக் கருங்கல்லால் படிகள் அமைக்கப்பட்டுள்ளன. நடு நடுவில் சிரம பரிகாரம் செய்துகொள்வதற்கு மண்டபங்கள் உண்டு. இவ்விதப் படிகட்டுகள் சாய்தளத்தின் ஓர் சிறந்த உதாரணமாகும்.

உலக அற்புதங்களில் ஒன்றாகக் கருதப்படும் பிரமிட்கள் (Pyramids) எகிப்து தேசத்தில் உள்ளன.

இவை மிகப்பெரிய கற்களால் கட்டப்பட்டவை. இக்கற்களை ஒன்றின்மீது ஒன்று அடுக்குவதற்குச் சாய்தளங்கள் உபயோகித்திருக்கவேண்டும். ஏனென்ருல், அக்காலத்தில் இவ்வேலைக்குத் தகுதியான வேறுவகை எந்திரங்கள் இருந்திருக்க முடியாது.

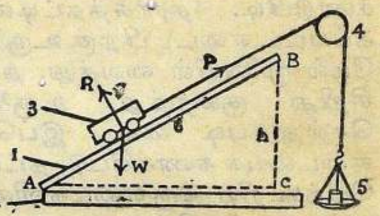
ஒரு மோட்டார் சைகிளை ரஸ்தாவின் மட்டத்திலிருந்து வீட்டிற்குள் எடுத்துச் செல்ல சிமென்டினல் அமைக்கப்பட்ட சாய்தளங்களை உபயோகிப்பதை நாம் பார்த்திருக்கிறோம். அவ்விதச் சாய்தளம் இல்லாவிடில் ஒரு பலகையைச் சாய்தளமாக உபயோகிக்கலாம். சரக்குகள் வைக்கப்பட்டுள்ள பீப்பாய்களை ஒரு மோட்டார் லாரியில் ஏற்றுவதற்கு, அகலமான பலகை ஒன்றைச் சாய்தளமாக உபயோகிக்கின்றனர்.

படம் 35. சாய்தளத்தின் உபயோகம்

சாய்தளம் ஓர் முக்கியமான லகு எந்திரம். இவ்வகை எந்திரத்தில் குறைந்த திறனை உபயோகித்து அதிக பளுவைத் தூக்குவது சாத்தியமாகும். அதாவது, சாய்தளத்தின் உதவியால் அதிக எந்திர லாபத்தைப் பெறமுடியும்.

சோதனை 23 :—பரிசோதனைசாலையில் சாய்தளத்தின் தத்துவத்தை விளக்க உபயோகிக்கப்படும் உபகரணத்தின் தோற்றம் படத்தில் காட்டப்பட்டிருக்கிறது. மரத்தினல் செய்த இரு தளங்கள், கீலின் உதவியால் ஒன்ருேடொன்று பிணைக்கப்

பட்டுள்ளன. அடித்தளத்திற்கும் மேல்தளத்திற்கும் மத்தியில் ஒரு மரக்கட்டையைக் கொடுத்து, மேல் தளத்தைச் சாய்தளமாகச் செய்யலாம். கட்டையை வைக்கும் இடத்தை மாற்றி, சாய்தளத்தின் சாய்வை (Inclination) நம் விருப்பப்படி அமைத்துக்கொள்ளலாம். சாய்தளத்தின் மேல்பாகத்தில் கப்பி ஒன்று பிணைக்கப்பட்டிருக்கிறது. சாய்தளத்தினடியில் சிலிண்டர் வடிவமுள்ள பளுவான உருளை (Roller) ஒன்று வைக்கப்பட்டிருக்கிறது. அடிதளத்தை (Base) ஓர் இறுக்கியால் (Clamp) மேஜையுடன் பிணை. உருளையுடன் ஒரு நூலைக் கட்டி, அந்த நூலைக் கப்பியின் வழியாகச் செலுத்தி, நூலின் மறு முனையில் ஒரு தராசுத் தட்டை (Scale Pan) கட்டித் தொங்கவிடு. உராய்வைக் குறைப்பதற்காகச் சாய்தளத்தின் மேல் பரப்பில் கண்ணாடித் தகடு ஒன்று வைக்கப் பட்டுள்ளது.



படம் 36.
சாய்தளம் சோதனை.

1. சாய்தளம்
2. அடிதளம்
3. உருளை
4. கப்பி
5. திறன்

சாய்தளத்தின் நீளத்தை அளந்து குறித்துக் கொள். ஆரம்பத்தில் குறைந்த சாய்வாக இருக்கும்படி நடுக்கட்டையை வை. சாய்தளத்தின் மேல் முனையிலிருந்து அடிதளத்திற்கு வரையப்படும் செங்குத்துக் கோடின் நீளத்தை ஒரு ஸ்கேலின் உதவியால் கண்டுபிடி. இதை சாய்தளத்தின் உயரமாக எடுத்துக்கொள்ளலாம். தராசுத் தட்டின் எடையைக் கண்டுகொள். பிறகு

தட்டில் எடைப் பெட்டியிலிருந்து எடைப்படிகளைப் போட்டு, உருளை சாய்தளத்தின் அடியிலிருந்து மேலே செல்வதற்குத் தேவையான எடையைக் கண்டுபிடி. (தராசுத்தட்டின் எடை + அதில் வைக்கப்பட்ட எடை). பிறகு உருளையைச் சாய்தளத்தின் மேல் முனையில் வைத்து, தட்டிலுள்ள எடையைச் சிறிது குறைத்து, உருளையைக் கீழ்நோக்கிச் செல்லும்படி வை. இப்பொழுது தட்டிலுள்ள எடையைக் கணக்கிட்டு, தட்டின் எடையுடன் சேர். மேற்கூறிய இரு எடைகளின் சராசரியைத் திறனாகவும், உருளையின் எடையைப் பளுவாகவும் கருதலாம். ஒரு தராசின் உதவியால் உருளையின் எடையைக் கண்டுபிடி.

அடுத்தபடியாக, தளத்தின் சாய்வைச் சற்று அதிகமாக்கி, முன்போலவே தளத்தின் உயரத்தையும், இவ்வுயரத்தில் பளுவைத் தாங்குவதற்கான திறனையும் மேற்கூறிய முறையில் கண்டுபிடி. இவ்வாறே ஐந்து அல்லது ஆறு அளவீடுகளை (Readings) எடுத்துக்கொள். இச்சோதனையில் கிடைக்கப்பெறும் அளவீடுகளை ஓர் அட்டவணையில் பதியவை.

இந்த அட்டவணையில் கடைசி இரண்டு பத்திகளிலுள்ள எண்கள் சுமாராக ஒத்திருப்பதைக் காணலாம். அதாவது ஒரு சாய்தளத்தில் பளுவுக்கும் திறனுக்கும் உள்ள தொடர்பைக் கீழ்க்கண்ட சாமியம் (Equation) விளக்குகிறது.

$$\text{திறன்} \times \text{சாய்தளத்தின் நீளம்} = \text{பளு} \times \text{சாய்தளத்தின் உயரம்.}$$

$$\therefore \text{சாய்தளத்தின் எந்திரலாபம்} = \frac{\text{பளு}}{\text{திறன்}}$$

$$= \frac{\text{சாய்தளத்தின் நீளம்}}{\text{சாய்தளத்தின் உயரம்.}}$$

ஆய்வு எண்	உருளையின் எடை w	சாய்தளத்தின் நீளம் l	சாய்தளத்தின் உயரம் h	திறன் (p) உருளை மேல் செல்ல	உருளை கீழ் செல்ல	சராசரி எடை p	திறன் × சாய்தளத்தின் நீளம் p×l	பளு × சாய்தளத்தின் உயரம் w×h
1	600 கிராம்	50 செ. மீ.	10 செ. மீ.	123 கிராம்	113 கிராம்	118 கிராம்	118 × 50 = 5900	600 × 10 = 6000
2	,,	,,	12 செ. மீ.	151 கிராம்	139 கிராம்	145 கிராம்	145 × 50 = 7250	600 × 12 = 7200
3	,,	,,	15 செ. மீ.	194 கிராம்	168 கிராம்	181 கிராம்	181 × 50 = 9050	600 × 15 = 9000
4	,,	,,	18 செ. மீ.	225 கிராம்	195 கிராம்	210 கிராம்	210 × 50 = 10500	600 × 18 = 10800

ஒரு சாய்தளத்தின் சாய்வைக் குறைத்தால் அதன் எந்திரலாபம் அதிகமாகும். சாய்வு அதிகமானல் எந்திரலாபம் குறையும். இதை உத்தேசித்துத்தான் மலைமீது மோட்டார் முதலிய வண்டிகள் ஏறிச் செல்வதற்கான ரஸ்தாக்கள் அமைப்பதில் குறைந்த சாய்வை உபயோகிக்கின்றனர். ரஸ்தாக்களும் சுற்றிச் சுற்றி மலையின் மேல் பாகத்தைச் சேரும்.

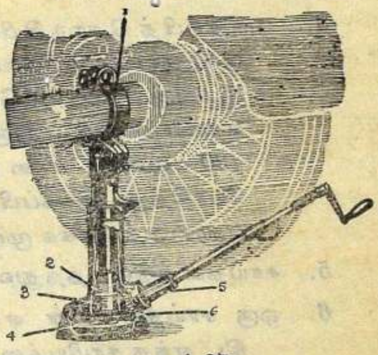
திருகு (Screw) :—சாய்தளத்தின் தத்துவத்தை உபயோகித்து வேலை செய்யும் மற்றொரு லகு எந்திரம் திருகு எனப்படும்.

சோதனை 24 :—ஒரு காகிதத்தில் கத்திரிக் கோலைக் கொண்டு 90°, 70°, 20° என்ற கோணங்களுடைய ஒரு செங்கோண முக்கோணத்தை (Right-angled Triangle) கத்தரித்துக்கொள். இந்த முக்கோணத்தைக் கொண்டு ஒரு பென்சிலின்மீது அடியிலிருந்து மேல் நோக்கிச் சுற்று. முக்கோணத்தின் செம்பக்கம் (Hypotenuse) ஒரு திருகைப்போல் அமையும். திருகுப் புரிகள் (Screw Threads) அமைந்திருப்பதைக் கவனி. திருகுப்புரியின் 'பரிதி' (Circumference) ஒரு சாய்தளத்தின் நீளமாகவும், திருகின் புரியிடைத்தூரம் (Pitch of the Screw) சாய்தளத்தின் உயரமாகவும் கருதலாம். சாய்தளத்தின் தத்துவத்தின்படி திருகுப்புரியின் பரிதி, புரியிடைத் தூரத்தைவிட எத்தனை மடங்கு அதிகமோ, அத்தனை மடங்கு திருகின் எந்திரலாபமாகும். அதாவது,

$$\text{திருகின் எந்திரலாபம்} = \frac{\text{திருகுப் புரியின் பரிதி}}{\text{திருகின் புரியிடைத் தூரம்}}$$

$$= \frac{\text{Circumference of the thread}}{\text{Pitch of the screw}}$$

திருகின் உபயோகங்கள்:—மரவேலைகளில் திரு காணிகளை அதிகமாக உபயோகிக்கின்றனர். இவ் வாணிகளை திருகு செலுத்தியை (Screw-driver) உபயோகித்து முடுக்கும்பொழுது, அவை எளிதில் மரத்திற்குள் செல்லும். திருகு செலுத்தியின் நீளம் அதிகமானல் அதன் சக்தியும் அதிகமாகும் நோட்டு புத்தகங்களும், புத்தகங்களும் பைண்டு செய்பவர்கள் நீரியல் அழுத்தியை(Hydraulic Press) போலத் 'திருகு அழுத்தி'யை (Screw Press) உபயோகிக்கின்றனர் இதில் நெம்பு கோலைப் போன்ற ஒரு கைப்பிடியை உபயோகிப்பதால், நம்முடைய சக்தி பன்மடங்கு அதிகமாக்கப்படுகிறது. மோட்டார் வண்டிகளைப் பழுது பார்ப்பதற்காக, மோட்டார் தொழிற்சாலைகளில் 'ஸ்குரூ ஜாக்' (Screw jack) என்ற தூக்கும் எந்திரத்தை உபயோகிக்கின்றனர். இந்த எந்திரத்தை மோட்டாரின் அடியில் வைத்து, இதிலுள்ள கைப்பிடியைச் சுற்றினல், மோட்டாரானது மேலே தூக்கப்படுகிறது. இந்த எந்திரம் படத்தில் காட்டப்பட்டிருக்கிறது.



படம் 37.
ஸ்குரூ ஜாக்

கேள்விகள்

1. இயங்கு கப்பியின் உபயோகத்தை விளக்க ஒரு படம் வரை.
2. ஒரு இயங்கு கப்பியில் கப்பியின் எடை 20 கி. 200 கிராம் பளுவைத் தூக்க, இக்கருவியில் என்ன திறன் உபயோகிக்க வேண்டும்?

3. ஆறு கப்பிகளைக் கொண்டு ஒரு கப்பித் தொகுதி அமைக்கும் விதத்தைப் படம் வரைந்து காட்டு.

4. ஒரு கப்பித் தொகுதியில் நிலைக்கப்பிகள் இரண்டும், இயங்கு கப்பிகள் இரண்டும் உள்ளன. இயங்கு கப்பி ஒவ்வொன்றும் ஒரு பவுண்டு எடையுள்ளது. ஒரு மனிதன் தன்னுடைய 120 பவுண்டு எடையைத் திறனாக உபயோகித்து, இக்கப்பித் தொகுதியில் என்ன பளுவைத் தூக்க முடியும்?

5. சாய்தளத்தின் தத்துவம் என்ன?

6. ஒரு சாய்தளத்தின் எந்திரலாபத்தைக் கணக்கிட எந்த சாமியத்தை உபயோகிப்பாய்?

7. ஒரு சாய்தளத்தின் உயரம் 40 செ. மீ. தளத்தின் நீளம் 120 செ. மீ. இதைக்கொண்டு 900 கி. பளுவை இழுப்பதற்கு எவ்வளவு திறன் தேவை?

8. சாய்தளத்தின் உபயோகத்தை விளக்க இரண்டு உதாரணங்கள் கொடு.

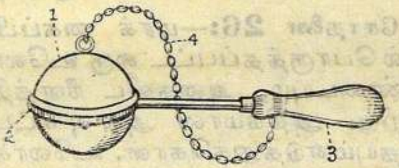
9. திருகுக்கும் சாய்தளத்திற்கும் உள்ள தொடர்பை விளக்கு.

10. திருகின் தத்துவத்தை உபயோகித்து வேலை செய்யும் ஒரு கருவியைப் பற்றி சிறு குறிப்பு எழுது.

அத்தியாயம் 8

வெப்பத்திஞல் பொருள்கள் விரிவடைதல்

வெப்பத்திஞல் பொருள்களில் மூன்றுவித மாறுதல்கள் ஏற்படக்கூடும். அவையாவன:— நிலைமாறுதல், ரசாயன மாறுதல், விரிதல். ஓர் திடப்பொருள் திரவமாகும். திரவம் வாயுவாகும் கந்தகம், பாஸ்வரம் போன்ற பொருள்கள் எரிந்து ஆக்ஸைடுகளாக மாறும். வெப்பத்திஞல் ஏற்படும் மாறுதல்களில் விரிவடைதல் முக்கியமாகும். திடப்பொருள்கள், திரவப் பொருள்கள், வாயுப் பொருள்கள் இவையெல்லாம் வெப்பத்திஞல் விரிவடைகின்றன. திடப்பொருள்கள் குறைந்த அளவில் விரிவடையும். இவ்விரிவு கண்ணிற்கு எளிதில் புலப்படாது. ஆனல் சில சோதனைகளின் மூலம் இவ்விரிவை கண்ணிற்குப் புலப்படும்படிச் செய்யலாம். திரவங்கள் திடப்பொருள்களைவிட அதிகமாக விரிவடையும். வாயுப் பொருள்கள் திரவங்களைவிட மேலும் விரிவடையும்.

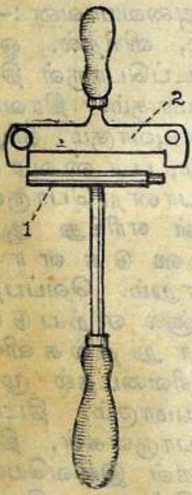


படம் 38.
வெப்பத்திஞல் திடப்பொருள் விரிவடைதல்
1. உலோகத்திஞல் செய்த பந்து
2. ,, ,, வளையம்
3. கைப்பிடி
4. சங்கிலி.

திடப்பொருள்கள் விரிவடைதல்:

சோதனை 25:—உலோகத்திஞல் செய்த பந்தொன்றும், அதைவிடச் சற்று அதிக விட்டமுள்ள வளையம் ஒன்றும் எடுத்துக்கொள். பந்

தானது சாதாரண உஷ்ண நிலையில் வளையத்தின் வழியாக எளிதில் செல்லும். பந்தை ஒரு புன்ஸன் அடுப்பில் நன்றாகக் காய்ச்சி வளையத்தின் மீது வை. இப்பொழுது பந்து வளையத்தின் வழியாகச் செல்லமுடியாது. சிறிது நேரம் கழித்து பந்து குளிர்ச்சி அடைந்ததும் முன்போலவே வளையத்தின் வழியாகச் செல்லமுடியும்.



படம் 39.
வெப்பத்தினுல் திடப் பொருள் விரிவடைதல்.
1. இரும்புத் தண்டு
2. அளவு சட்டம்

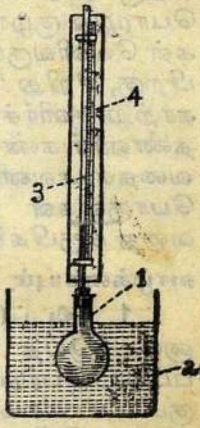
சோதனை 26:—மரக் கைப்பிடியில் பொருத்தப்பட்ட ஒரு உலோக தண்டையும், அதைவிட நீளத்தில் சிறிது அதிகமான அளவு சட்டத்தையும் எடுத்துக்கொள். உலோகத் தண்டை நன்ருக புன்ஸன் அடுப்பில் உஷ்ணப்படுத்து. இப்பொழுது தண்டு அளவு சட்டத்திற்குள் அடங்கியிருக்கிறதா என்பதைக் கவனி. சட்டத்தைவிடத் தண்டு சற்று பெரியதாகக் காணப்படும். தண்டு குளிர்ச்சி அடைந்ததும் முன்போலவே சட்டத்திற்குள் அடங்கும்.

மேற்கூறிய இரு சோதனைகளிலிருந்து திடப்பொருள்கள் வெப்பத்தினுல் விரிவடைவதை அறியலாம்.

திரவங்கள் விரிவடைதல்:

சோதனை 27:—ஒரு கண்ணாடிக் குடுவையை எடுத்துக்கொண்டு அதை வர்ணத் தண்ணீரால் நிரப்பு. (சிறிது பொட்டாசியம் பர்மாங்கனேட்டு கரைசலைச் சேர்க்கலாம்). குடுவையை ஒரு துளை அடைப்பானுல் மூடு. அடைப்பான் வழியாக சுமார் 2 அடி நீள

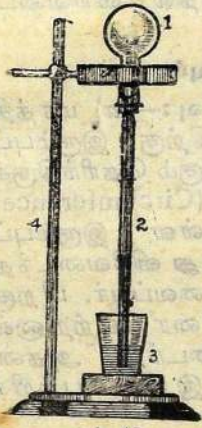
முள்ள கண்ணுடிக் குழாய் ஒன்றைச் செருகு. தண்ணீரின் மட்டம் அடைப்பானிற்கு மேல் 3 அல்லது 4 அங்குலம் இருக்கவேண்டும். குடுவையைத் தண்ணீருள்ள ஒரு பாத்திரத்தில் வைத்து, பாத்திரத்தை புன்ஸன் அடுப்பினுல் உஷ்ணப்படுத்து. தண்ணீர் விரிவடைந்து, அதன் மட்டம் குழாயில் கொஞ்சம் கொஞ்சமாக ஏறுவதைக் கவனிக்கலாம்.



படம் 40.
வெப்பத்தினுல் திரவம் விரிவடைதல்.
1. சாயத் தண்ணீர் நிரப்பிய குடுவை
2. வென்னீர் பாத்திரம்.
3. கண்ணுடிக் குழாய்
4. அளவு கோல்.

வாயுப் பொருள்கள் விரிவடைதல்:

சோதனை 28:— மற்ருெரு கண்ணுடிக் குடுவையை எடுத்துக் கொண்டு அதை ஒரு துளை அடைப்பானுல் மூடி, அடைப்பான் வழியாகச் சுமார் 2 அடி நீளமுள்ள கண்ணுடிக் குழாயைச் செருகு. குடுவையில் காற்று இருக்கிறது: குடுவையைத் தலைகீழாக ஒரு வாலை தாங்கியில் பொருந்த வை. கண்ணுடிக் குழாயின் கீழ் முனையை ஒரு மூக்குக் குவளையில் உள்ள வர்ணத் தண்ணீரின் அடியில் வை. குடுவையின் அடியை புன்ஸன் அடுப்பினுல் லேசாக உஷ்ணப்படுத்தி



படம் 41.
வெப்பத்தினுல் வாயுப் பொருள் விரிவடைதல்.
1. காற்றடங்கிய குடுவை.
2. கண்ணுடிக் குழாய்.
3. சாயத் தண்ணீருள்ள டம்ளர்.
4. வாலை தாங்கி.

பிறகு அடுப்பை எடுத்துவிடு. உஷ்ணப் படுத்தும் பொழுது குழாயிலிருந்து தண்ணீரில் வாயுக் குமிழ் கள் வெளிவருவதைக் காணலாம். அடுப்பை எடுத்த பிறகு, சிறிது நேரத்திற்கெல்லாம் குடுவையிலுள்ள காற்று குளிர்ச்சி அடைகிறது. இப்பொழுது வர்ணத் தண்ணீர் கண்ணாடிக் குழாயின் வழியாக மேலேறு வதைக் கவனிக்கலாம். இச்சோதனை வாயுப் பொருள்கள் வெப்பத்தினால் எளிதில் விரிவடை வதை நிரூபிக்கிறது.

வாழ்க்கையும் பொருள்களின் விரிவும்

1. திடப்பொருள்களின் விரிவு:—(*a*) மரத்தி னால் செய்த வண்டிச் சக்கரத்திற்கு இரும்புப் பட்டை போடும்விதம் எல்லோருக்கும் தெரிந்திருக் கும். மரச்சட்டத்தின் பரிதியை (Circumference) விடச் சிறிது குறைந்த பரிதியுள்ள இரும்புப் பட்டையைப் பழுக்கக் காய்ச்சி, அது விரிவடைந்த வுடன் சட்டத்தின் மீது பொருந்த வைப்பர். பிறகு இரும்பின் மீது குளிர்ந்த தண்ணீரை ஊற்றினால் இரும்புப் பட்டை குளிர்ச்சி அடைந்து, அதன் பரிதி குறைந்து, மரச்சட்டத்தை இறுகப் பற்றிக் கொள்ளும்.

(*b*) ரயில் வண்டிகள் செல்லும் தண்டவாளங் கள் இரும்பினால் செய்தவை. இவை ஒவ்வொன் றும் 30 அல்லது 40 அடி நீளமுடையவை. இரு தண்டவாளங்களினிடையே சிறிது காலி இடம் விட்டிருப்பதைக் கவனித்திருப்பீர்கள். கோடை காலத்தில் உஷ்ணத்தினால் தண்டவாளங்கள் விரி வடைகின்றன. நடுவில் விரிவதற்கு இடம் இல்லா விட்டால் தண்டவாளங்கள் வளைந்து விடும். இதற் காகத்தான் காலி இடம் உள்ளது.

(*c*) ஊசல்களைக் கொண்டு வேலை செய்யும் கடி காரங்களை (Pendulum Clocks) நாம் உபயோகிக் கிறோம். கோடைக் காலத்தில் இவற்றின் ஊசல்கள்

விரிவதினால் கடிகாரம் மெதுவாகச் செல்லும். குளிர்காலங்களில் ஊசல்கள் சுருங்கி, கடிகாரம் வேகமாகச் செல்லும். கடிகாரம் ஒரே சீராகச் செல்வதற்காக 'ஈடு செய்த' ஊசல்களை (Compensated Pendulums) உபயோகிக்கின்றனர். ஒரு வகை ஈடுசெய்த ஊசலில் மூன்று எஃகுத் தண்டுகளும், இரண்டு பித்தளைத் தண்டுகளும் அமைக்கப்பட்டுள்ளன. எஃகுத் தண்டுகள் கீழ் நோக்கி விரியும். பித்தளைத் தண்டுகள் மேல் நோக்கி விரியும். மொத்தத்தில் ஊசலின் நீளம் மாறுதல் அடையாது.

எஃகும், நிக்கலும் (64%, 36%) சேர்ந்த உலோகக் கலவைக்கு 'இன்வார்' (Invar Steel) என்று பெயர். இது மிகக் குறைவாக விரிவடைகிறது. ஆகையினால் தற்காலத்தில் இவ்வுலோகத்தைக் கொண்டு கடிகார ஊசல்கள் தயாரிக்கின்றனர்.

(*d*) நதிகளைத் தாண்டிச் செல்ல பெரிய இரும்புப் பாலங்கள் அமைக்கப்பட்டுள்ளன. இப்பாலங்களில் உபயோகிக்கும் இரும்பு கர்டர்கள் (Girders) உஷ்ணத்தினால் விரியும். விரிவதற்கு வசதியில்லாமல் கெட்டியாகக் கர்டர்களைப் பிணைத்தால் அவை வளைந்து, பாலத்திற்கு ஆபத்து ஏற்படும். ஆகையினால் கர்டர்களின் முனைகள் சிறிய உருளைகளால் (Rollers) தாங்கப்படுகின்றன. இதன் மூலம் கர்டர்கள் விரிவதற்கு வசதி ஏற்படும்.

(*e*) பரிசோதனை சாலையில் யூடியாமீட்டர் (Eudiometer), மின்முறிகலம் (Voltameter) முதலிய கருவிகளில் கண்ணாடிக் குழாய்களின் மூலம் சிறு பிளாட்டினம் கம்பிகள் செலுத்தப்பட்டிருக்கின்றன. பிளாட்டினம், கண்ணாடி இவ்விரண்டிற்கும் ஒரே 'பெருக்ககுணகம்' (Coefficient of Expansion) இருப்பதனால் இது சாத்தியமாகிறது.

பிளாட்டினம் விலை உயர்ந்த உலோகம். தற்காலத்தில் பிளாட்டினத்திற்கு பதிலாக 'பிளாட்டினைட்டு' (Platinite) என்ற உலோகக் கலவை (நிக்கல் 40%, எஃகு 60%) உபயோகிக்கப்படுகிறது. இது கண்ணுடிக்குச் சமமான பெருக்க குணகம் கொண்டது.

(f) சில சமயங்களில் கண்ணுடி சீசாக்களின் அடைப்பான்கள் கெட்டியாகப் பிடித்துக்கொண்டு வெளியே எடுக்க முடியாமல் போய்விடும். சீசாவின் கழுத்தை வெளி பாகத்தில் சிறிது உஷ்ணப்படுத்தினல், அவ்விடத்தில் கண்ணுடி விரிவடைகிறது. இப்பொழுது அடைப்பானை எளிதில் எடுத்துவிடலாம்.

2. பாய்பொருள்கள் (Fluids)—திரவங்களும் வாயுக்களும்—விரிவடைதல்:— (a) கட்டடங்களில் வென்னீர் எடுத்துச் செல்லும் குழாய்களிலும், நீராவி எந்திரங்களிலுள்ள நீராவிக் குழாய்களிலும் பிரத்தியேகமான பிணைப்புகள் (Expansion Joints) அமைக்கப்பட்டுள்ளன. இவை இல்லாவிட்டால் குழாய்கள் வெடித்து அதிக நாசம் ஏற்படக்கூடும்.

(b) சில பிரதேசங்களில் குளிர்காலம் வந்தால் ரஸ்தாக்களினடியில் அமைக்கப்பட்டுள்ள தண்ணீர் குழாய்களில் உள்ள தண்ணீர் பனிக்கட்டியாக உறையும். சில சமயங்களில் இக்குழாய்கள் வெடித்துவிடும். ஏனென்றல் ஒரு குறிப்பிட்ட எடையுள்ள தண்ணீர் உறையும்பொழுது, உண்டாகும் பனிக்கட்டியின் கன அளவு தண்ணீரின் கன அளவைவிட அதிகமாகும். இவ்வாறு குழாய் வெடிப்பு ஏற்படாமலிருக்க, குழாய்களின் குறுக்கு வெட்டு பாகத்தை வட்டமாயில்லாமல், முட்டை வடிவமாக (Oval) அமைக்கின்றனர். முட்டை வடிவம் விரிவினல் வட்ட வடிவமாக மாறும்.

(c) வாயுக்கள் கரைந்துள்ள பானங்களை (Aerated Waters) சீசாக்களில் வைத்து, கெட்டி

யான அடைப்பானுல் மூடும்பொழுது, பானத்திற்கும் அடைப்பானுக்கும் மத்தியில் சிறிது இடம் விட்டு வைக்கவேண்டும். ஏனென்றால், உஷ்ண நிலை அதிகமாகும் பொழுது பானமும், அதில் கரைந்துள்ள வாயுவும் விரிவடைவதுமல்லாமல், வாயுவின் அழுத்தம் அதிகமாகி, சீசா வெடித்து விடும். இவ்விதப் பானம் நிரப்பிய சீசாக்களின் மீது சூரிய ஒளி நேராக விழுந்தாலும் சீசா வெடித்து விடும். ஆகையினுல் இந்த சீசாக்களை வெய்யில் படாத இடத்தில் வைக்கவேண்டும்.

(*d*) பாய்பொருள்களின் விரிவைப் பயன்படுத்தி, உஷ்ண நிலையை அளக்கும் கருவிகள் (உஷ்ணமானிகள்) அமைக்கப்பட்டுள்ளன. பாதரசம், ஆல்கஹால், ஹைடிரஜன் இவை உஷ்ண மானிகளில் உபயோகப்படுகின்றன.

(*e*) வாயுப்பொருள்களைத் திடீரென்று விரிவடையச் செய்தால், அவை அதிகக் குளிர்ச்சி அடைந்து, திரவங்களாக மாறுகின்றன. இத்தன்மையைப் பனிக்கட்டி தயார் செய்வதிலும், கடுங் குளிர் பெட்டிகளிலும் (Refrigerators) பயன் படுத்துகின்றனர்.

(*f*) வாயுக்கள் ஓர் சிலிண்டரில் அடைபட்டு விரியும் பொழுது ஏராளமான அழுத்தம் உண்டாகிறது. நீராவி எஞ்சின், மோட்டார் எஞ்சின் இவ்விரண்டும் மேற்கூறிய அழுத்தத்தினுல் வேலை செய்யும் கருவிகள்.

கேள்விகள்

1. ஒரு திடப்பொருள் விரிவு அடைவதை விளக்க ஒரு சோதனையை விவரி.
2. ஒரு திரவம் விரிவு அடைவதை விளக்க ஒரு சோதனையை விவரி.
3. ஒரு வாயு விரிவு அடைவதை விளக்க ஒரு சோதனையை விவரி.

4. திடப்பொருள்களின் விரிவு அடைதல் வாழ்க்கையில் எவ்வாறு பயன்படுத்தப்பட்டுள்ளது?

5. ஈடுசெய்த ஊசலின் தத்துவம் என்ன?

6. இன்வார் எஃகு, பிளாட்டினேட்டு இவைகளைப் பற்றிச் சிறு குறிப்பு எழுது.

7. பாய் பொருள்களின் விரிவு அடைதல் வாழ்க்கையில் எவ்வாறு பயன் படுத்தப்படுகிறது?

8. உஷ்ணமானிகளில் திரவங்க்ளின் விரிவு எவ்வாறு பயன்படுகிறது?

9. பாய் பொருள்களின் விரிவைக் கடுங்குளிர் பெட்டிகளில் எவ்வாறு பயன்படுத்துகின்றனர்?

10. உள்ளிட தகன எஞ்சினில் வாயுக்களின் விரிவை எவ்வாறு பயன்படுத்துகின்றனர்?

அத்தியாயம் 9

உஷ்ணமானிகள்

பொருள்களின் உஷ்ண நிலைகளை அளப்பதற்கு உபயோகிக்கும் கருவி உஷ்ணமானியாகும். உஷ்ண நிலையை நம் தொடு உணர்ச்சியால் நுட்பமாக அறியமுடியாது.

சோதனை 29:— மூன்று அகன்ற பாத்திரங்களில் முறையே சற்று அதிக உஷ்ணமான தண்ணீர், மித உஷ்ணமான தண்ணீர், குளிர்ந்த தண்ணீர், இவற்றை வை. இடது கையை அதிக உஷ்ணமான தண்ணீரிலும், வலது கையைக் குளிர்ந்த தண்ணீரிலும், சிறிது நேரம் வைத்து விட்டு, பிறகு இரு கைகளையும் ஒரே சமயத்தில்

வெளியே எடுத்து, உடனே நடுப்பாத்திரத்தில் வை. இடது கைக்கு அதிலுள்ள தண்ணீர் குளிர்ச்சியாகவும், வலது கைக்கு உஷ்ணமாகவும் தோன்றும்.

ஆகையினால் உஷ்ண நிலையை அளப்பதற்குப் பிரத்தியேகக் கருவி அமைக்க வேண்டியது அவசியமாகிறது.

உஷ்ணமானி தயாரித்தல்:—வெப்பத்தின் எந்த குணத்தை உபயோகித்து உஷ்ணமானி தயாரிக்கலாம்? வெப்பத்தினால் ஒரு பொருளின் நிலை மாறுதலடைகிறது. அதாவது, திடப்பொருள் உருகி திரவமாகிறது. திரவம் கொதித்து ஆவியாகிறது. ஆனால் இக் குணத்தை உபயோகித்து உஷ்ணமானி செய்ய இயலாது. வெப்பத்தினால் ரசாயன மாறுதல்கள் ஏற்படுகின்றன. இந்த குணமும் உஷ்ணமானி தயாரிக்கப் பயன்படாது. ஒரு பொருளைச் சூடேற்றும் பொழுது அது விரிவடைகிறது. இக் குணத்தை உஷ்ணமானியில் பயன்படுத்திக் கொள்ளலாம். திடப்பொருள்கள் மிகக் குறைவாகவே விரிவடைவதால் அவை பயன்படமாட்டா. வாயுக்கள் விரிவடைவது இரண்டு நிபந்தனைகளைப் பொருத்திருக்கிறது. அதாவது, வெப்பமும், அழுத்தமும். எனவே, சாதாரணமாக வாயுக்களையும் உஷ்ணமானியில் உபயோகிக்க முடியாது. ஆதலினால், திரவங்களையே உஷ்ணமானி தயாரிப்பதற்கு உபயோகிக்கிறார்கள்.

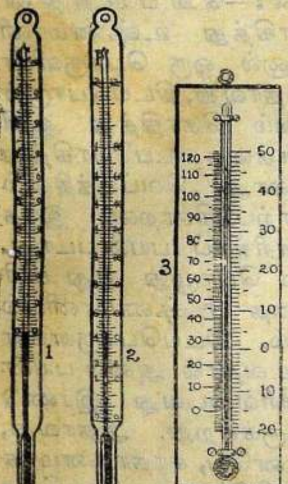
உஷ்ணமானிக்கு ஏற்ற திரவம்:—எந்த திரவத்தை உஷ்ணமானியில் உபயோகிப்பது என்று ஆராய்ச்சி செய்யப்பட்டது. தண்ணீர், ஆல்கஹால், பாதரசம், இம்மூன்று திரவங்களும் ஆராய்ச்சிக்கு எடுத்துக்கொள்ளப்பட்டன. கடைசியில் பாதரசமே உஷ்ணமானி செய்வதற்கு ஏற்ற

திரவம் என்று முடிவு செய்தார்கள். இதற்குக் காரணங்கள் பின்வருமாறு:—

(1) பாதரசம் அதிக உஷ்ண நிலையில்தான் கொதிக்கும். (கொதி நிலை=357°C)

(2) அது பளபளப்பானது; ஆகையினால் அதைக் கண்ணாடியின் மூலம் நன்றாகப் பார்க்கலாம்.

(3) அது கண்ணாடியில் ஒட்டாது.



படம் 42.
உஷ்ணமானிகள்.
1. சென்டிக்ரேட் உஷ்ணமானி
2. பாரன்ஹைட்டு உஷ்ணமானி
3. இரண்டுவித அளவுகளும் கொண்ட உஷ்ணமானி

(4) அது வெப்பத்தை எளிதில் கடத்தக் கூடியது. ஆகையினால் பொருளின் உஷ்ண நிலையை சீக்கிரம் அடையக்கூடியது.

(5) அது எளிதில் சுத்தமாகக் கிடைக்கக் கூடிய திரவம்.

(6) அதன் சுயவெப்பம் (Specific heat) மிகக் குறைவானது(·033 or $\frac{1}{30}$).

உஷ்ணமானியின் வகைகள்:—பாதரச உஷ்ணமானியில் சாதாரணமாக இரு வகைகள் உண்டு. இங்கிலாந்தில் உபயோகித்துவரும் உஷ்ணமானிக்கு **பாரன்ஹைட்டு உஷ்ணமானி** என்று பெயர். இதில் தண்ணீரின் உறை நிலை 32° என்றும், தண்ணீரின் கொதி நிலை 212° என்றும் குறிக்கப்பட்டிருக்கிறது. பரிசோதனைச் சாலைகளில்

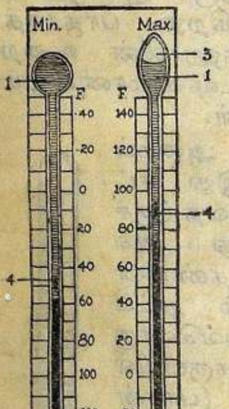
சாதாரணமாக **சென்டிக்ரேடு** (சதாம்ச) உஷ்ண மானி உபயோகிக்கப்படுகிறது. இதில் தண்ணீரின் உறைநிலை 0°, கொதி நிலை 100°. தினசரிப் பத்திரிகைகளில் வெளியாகும் கால அட்டவணைகளில் ஒரு ஊரின் உச்ச, நீச உஷ்ண நிலைகள் பாரன் ஹைட்டு அளவில் கொடுக்கப்படும்.

(பாதரசத்தின் உறை நிலையைவிடத் தாழ்ந்த உஷ்ண நிலையை அளப்பதற்கு ஆல்கஹால் உஷ்ணமானி உபயோகிக்கப்படுகிறது. பாதரசத்தின் உறை நிலை—39°C. ஆல்கஹாலின் உறை நிலை—130°C. உச்ச, நீச உஷ்ணமானியிலும் ஆல்கஹாலை உபயோகிக்கிறார்கள்.)

ஜுரமானி:— ஜுரமானியின் அமைப்பைப் படத்தில் காணலாம். இது சட்டைப் பையில் எடுத்துச் செல்வதற்குச் சௌகர்யமாக சுமார் 4 அல்லது 5 அங்குலம்தான் நீளமிருக்கும். இதன் தண்டின் நடுவிலுள்ள துவாரம் மிகவும் நுட்பமானது. ஆகையினால் இதில் ஒவ்வொரு அளவு கோடும் $\frac{1}{5}$° ஆகும். இக்கருவியில் 95° லிருந்து 110° வரையில் (பாரன் ஹைட்டு முறையில்) அளவு கோடுகள் இருக்கின்றன. 98·6° என்ற இடத்தில் ஒரு சிவப்புக்கோடு குறுக்கே வரைந்திருக்கும். இது மனிதனின் சாதாரண உஷ்ண நிலையைக் குறிப்பதாகும். சாதாரணமாக ஒருவனுக்கு ஜுரம் இருக்கிறதா என்று அறிய, ஜுரமானியின் குமிழை நாக்கினடியில் சுமார் ஒரு நிமிஷம் வைத்திருந்து, பிறகு வெளியே எடுப்பார்கள். இக்கருவியில் குமிழிற்கு அடுத்தாற்போல் துவாரம் மிகவும் குறுகலாக இருப்பதனால் ஜுரமானி விரிவடைந்த பாதரசம் அவ்விடத்தைத் தாண்டிச் சென்றபிறகு தானாகவே குமிழிற்குள் திரும்பிச்

படம் 43.

செல்லாது. ஆகையினால் ஒரு நோயாளியின் தேக உஷ்ண நிலையை ஜுரமானியில் சிரமமின்றிப் பார்க்க முடியும். ஜுரமானியைச் சற்று உதறினால் பாதரசம் குமிழிற்குத் திரும்பிச் செல்லும். நோயாளியின் தேக உஷ்ண நிலையை அளந்த பிறகு, ஜுரமானியை அதன் கூடில் வைப்பதற்கு முன் குளிர்ந்த தண்ணீரில் கழுவவேண்டும்; வென்னீரில் கழுவக்கூடாது. அவ்வாறு செய்தால் ஜுரமானி உடைந்து விடும்.



படம் 44.
உச்ச நீச உஷ்ணமானி.
1. ஆல்கஹால்
2. பாதரசம்
3. ஆல்கஹால் ஆவி
4. காட்டிகள் (எஃகு)

உச்ச, நீச உஷ்ணமானி (Maximum and Minimum Thermometer): சென்னையில் பிரசுரமாகும் தினசரிப்பத்திரிகைகளில் ஒவ்வொரு தினமும் அதற்கு முந்தின தினத்தில் சென்னையின் உச்சஉஷ்ண நிலையும், நீச உஷ்ண நிலையும் குறிக்கப்பட்டிருப்பதைக் கவனித்திருப்பீர்கள். பத்திரிகையின் மற்றொரு பகுதியில் இந்தியாவிலுள்ள முக்கிய நகரங்களின் உச்ச, நீச உஷ்ண நிலைகள், பெய்த மழை முதலிய குறிப்புகள் கொண்ட அட்டவணை கொடுக்கப்பட்டிருக்கும். ஒரு தினத்தில் ஏற்பட்ட உச்ச, நீச உஷ்ண நிலைகளை அளக்க உதவும் உஷ்ணமானி ஒன்று படத்தில் காட்டப்பட்டிருக்கிறது. இவ்வகை உஷ்ணமானி முதன் முதலாக ஸிக்ஸ் (Six) என்ற விஞ்ஞானியால் அமைக்கப்பட்டது.

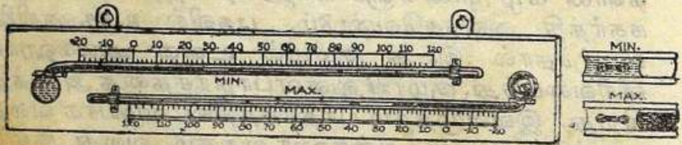
ப-வடிவமுள்ள ஒரு உஷ்ணமானிக் குழாயின் இரு முனைகளிலும் இரு குமிழிகள் அமைக்கப் பட்டுள்ளன. குழாயின் நடுவில் பாதரசமும், இரு புஜங்களில் ஆல்கஹாலும் நிரப்பப்பட்டுள்ளன. இடது பக்கத்துக் குமிழில் முழுவதும் ஆல்கஹால் நிரப்பியிருக்கிறது. வலது பக்கத்துக் குமிழில் ஒரு பகுதி ஆல்கஹாலும் மற்றப் பகுதி ஆல்கஹால் ஆவியும் உள்ளன. காற்று கிடையாது. குழாய்க்குள் இரு புஜங்களிலும் பாதரசத்திற்கு மேல் இரும்பு (எஃகு)க் காட்டிகள் (Indexes) வைக் கப்பட்டுள்ளன.

தினம் காலையில் 8 மணிக்கு இந்த உஷ்ண மானி காட்டும் உஷ்ண அளவுகளைக் குறித்துக்கொள்வது வழக்கம். பிறகு ஒரு காந்தத்தை உபயோகித்து, இரு காட்டி களின் கீழ் முனைகளும் பாதரசத்தைத் தொடும்படி நகர்த்தி வைக்கவேண்டும். பகலில் உஷ்ணநிலை உயர்ந்தால் இடது குமிழில் உள்ள ஆல்கஹால் விரிவடைந்து, குழாயிலுள்ளபாதரசத்தை அழுத்து கிறது. இவ்வழுத்தம் பாதரசத்தின் வழியாக வலது புஜத்தில் உள்ள ஆல்கஹாலுக்கும், வலது குமிழி லுள்ள ஆல்கஹால் ஆவிக்கும் செலுத்தப்படு கிறது. இடது புஜத்திலுள்ள காட்டி இந்த விரி வினால் பாதிக்கப்படுவதில்லை. வலது புஜத்திலுள்ள பாதரசத்தின் மட்டம் உயர்ந்து, அதன்மேலே யுள்ள இரும்புக் காட்டி முன் தள்ளப்படுகிறது.

உஷ்ணநிலை குறைந்தால் இடது குமிழிலுள்ள ஆல்கஹால் சுருங்குகிறது. எனவே, இடது புஜத்தி லுள்ள பாதரசத்தின் மட்டம் உயர்கிறது. அப் பொழுது இடது காட்டி மேல்நோக்கித் தள்ளப்படு கிறது. வலது காட்டி முன் சென்ற இடத்திலேயே இருக்கிறது. ஆகையால், இவ்விரண்டு காட்டி களின் (கீழ்முனைகள் எந்த அளவுக் கோடுகளைக்

குறிக்கின்றனவோ, அவ்வளவுகள்தான் உச்ச உஷ்ணநிலையும், நீச உஷ்ணநிலையும்.

உச்ச உஷ்ணமானி, நீச உஷ்ணமானி இவ்விரண்டும் தனித்தனியாகவும் நிர்மாணிக்கப்பட்டுள்ளன. ஒருவகை உச்ச உஷ்ணமானி ஜுரமானியைப் போன்ற அமைப்புடையது. அதாவது, இதன் குமிழிற்கு அடுத்தாற்போல் குழாயின் துவாரம் குறுகலாக இருக்கும். இவ்விடத்தைத் தாண்டிய பாதரசம் தானகவே திரும்பிக் குமிழிற்குச் செல்லமுடியாது. எனவே, இக்கருவியில் பாதரசத்தின் மேல்மட்டம் உச்ச உஷ்ண நிலையைக் குறிக்கும். ஜுரமானியைப் போலவே இதையும் சிறிது உதறி, குழாயிலுள்ள பாதரசத்தைக் குமிழிலுள்ள பாதரசத்துடன் சேரவைத்து, திரும்பவும் இதை உபயோகிக்கலாம்.



படம் 45. உச்ச நீச உஷ்ணமானிகள்
(மேல்) நீச உஷ்ணமானி.
(கீழ்) உச்ச உஷ்ணமானி

மற்ருெரு வகை உச்ச உஷ்ணமானி படத்தில் காட்டப்பட்டிருக்கிறது. இதுவும் பாதரச உஷ்ணமானியே. குழாயில் பாதரசத்தின் மட்டத்திற்கு மேல் இரும்புக் காட்டியொன்று இருக்கிறது. உஷ்ணநிலை அதிகரித்தால் பாதரசம் விரிவடைந்து, காட்டியை முன் தள்ளுகிறது. உஷ்ணநிலை குறைந்தால், பாதரசம் குழாயில் திரும்பிச் செல்லும். ஆனல் காட்டி முன்பு தள்ளப்பட்ட இடத்திலேயே நின்றுவிடும். எனவே, காட்டியின் கீழ் முனை

குறிக்கும் அளவு உச்ச உஷ்ணநிலையாகும். பிறகு ஒரு காந்தத்தின் உதவியால் பாதரச மட்டத்தைத் தொடும்படி காட்டியை நகர்த்தவேண்டும்.

படத்திலுள்ள நீச உஷ்ணமானியில் உபயோகிக்கப்படும் திரவம் ஆல்கஹால். குழாயில் கண்ணாடியால் செய்த காட்டி இருக்கிறது. உஷ்ணநிலை அதிகரித்தால் ஆல்கஹால் விரிவடைந்து, கண்ணாடிக் காட்டியைத் தாண்டிச் செல்கிறது. உஷ்ணநிலை குறைந்தால் ஆல்கஹால் சுருங்கி, தன்னுடன் காட்டியையும் இழுத்துச் செல்லும். [இவ்வாறு இழுக்கும் சக்திக்கு **புறப்பரப்பின் இழுவிசை** (Surface Tension) எனப் பெயர்.] எனவே, கண்ணாடிக் காட்டியின் மேல்முனை குறிக்கும் அளவு நீச உஷ்ணநிலையாகும்.

சென்டிக்ரேடு (சதாம்ச), பாரன்ஹைட்டு உஷ்ண அளவுகளை ஒப்பிடுதல்:—இங்கிலாந்திலும் அதைச் சேர்ந்த தேசங்களிலும் பாரன்ஹைட்டு உஷ்ணமானிகளை உபயோகித்து வருகின்றனர். இதர தேசங்களிலும், பரிசோதனை சாலைகளிலும் சென்டிக்ரேடு உஷ்ணமானிதான் உபயோகிக்கப்படுகிறது. தற்காலத்தில் நமதுதேசத்திலும் ஜுரமானி, உச்ச, நீச உஷ்ணமானி இவையெல்லாம் பாரன்ஹைட்டு அளவுகள் கொண்டவை. சென்டிக்ரேட் அளவை பாரன்ஹைட்டாக மாற்றுவதற்கும், பாரன்ஹைட்டு அளவைச் சென்டிக்ரேடாக மாற்றுவதற்கும், கீழ்க்கண்ட சாமியங்களை உபயோகிக்கலாம்.

$$X^\circ C = \left(\frac{9X}{5} + 32\right)^\circ F.$$

$$X^\circ F = \frac{5}{9}(X - 32)^\circ C.$$

உதாரணமாக, மனித உடலின் உஷ்ண நிலை—

$$98{\cdot}^\circ 6\ F = 37^\circ C.$$

ஒரு உஷ்ண நிலையில் இருவகை உஷ்ணமானிகளும் ஒரே அளவைக் காட்டும். அதாவது,

$$-40^\circ C = -40^\circ F.$$

கேள்விகள்

1. உஷ்ண நிலையைத் துல்யமாக அளப்பதற்கு தொடு உணர்ச்சி பயன்படாது. இதை விளக்க ஓர் சோதனை கூறு.
2. உஷ்ணமானி தயாரிப்பதற்கு வெப்பத்தின் எந்த குணத்தை உபயோகிக்கிறார்கள்?
3. உஷ்ணமானியில் உபயோகப்படும் இரு திரவங்கள் யாவை?
4. உஷ்ணமானி தயாரிப்பதில் பாதரசம் ஏன் மேலான திரவமாகக் கருதப்படுகிறது?
5. ஜுரமானியின் அமைப்பை விவரி.
6. ஜுரமானிக்கும், சாதாரண உஷ்ணமானிக்கும் உள்ள வித்தியாசங்களைக் குறிப்பிடு.
7. ஜுரமானியை உபயோகிப்பதில் நாம் கவனிக்க வேண்டிய விஷயங்கள் யாவை?
8. உச்ச, நீச உஷ்ணமானியின் படம் ஒன்று வரை.
9. தனியாக உபயோகிக்கும் நீச உஷ்ணமானியைப் பற்றிச் சிறு குறிப்பு எழுது.
10. கீழ்க்கண்ட உஷ்ணநிலைகளை ஒரு அளவையிலிருந்து மற்றொரு அளவைக்கு மாற்று:—
    (a) $50^\circ C$ (b) $90^\circ F$ (c) $-10^\circ C$.

அத்தியாயம் 10.

வெப்பத்தை அளத்தல்

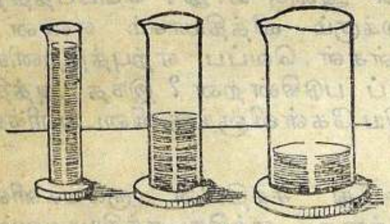
வெப்பம் என்ருல் என்ன? அதை எப்படி அளக்கலாம்? அதன் அலகு யாது? வெப்பத்திற்கும் உஷ்ண நிலைக்கும் வித்தியாசம் என்ன? வெவ்வேறு பொருள்கள் வெப்ப ஏற்புத்திறனில் எவ்வாறு வித்தியாசப் படுகின்றன? இந்த அத்தியாயத்தில் மேற்கூறிய கேள்விகளுக்கு விடையளிக்க முயற்சி செய்வோம்.

வெப்பம் என்பது சக்தியின் ரூபங்களில் ஒன்ருகும். வெப்பத்தை எந்திர சக்தியாகவும், எந்திர சக்தியை வெப்பமாகவும் மாற்றலாம். உதாரணமாக, ஒரு சைக்கிள் பம்பைக்கொண்டு சைகிளில் காற்றடிக்கும் பொழுது பம்பைப் பிடிக்கும் இடத்தில் வெப்பம் ஏற்படுவதை உணருகிருேம். நிலக்கரி, பெட்ரோல் முதலிய எரிபொருள்களில் அடங்கிய வெப்ப சக்தியை உபயோகித்து நீராவி எஞ்சின்களும், மோட்டார் எஞ்சின்களும் செலுத்தப்படுகின்றன.

முன்காலத்தில் வெப்பம் என்பது ஒரு திரவமென்று விஞ்ஞானிகளால் கருதப்பட்டது. இந்தக் கொள்கை (Theory) தவருனது என்றும், வெப்பம் ஒருவித சக்தி என்றும் 1798 ஆம் ஆண்டில் ரம்போர்டு (Rumford) என்ற விஞ்ஞானியால் நிரூபிக்கப்பட்டது. அவ்வாண்டில் மியூநிக்கில் (Munich) உள்ள ராணுவத் தொழிற்சாலையில் பித்தளை பீரங்கி ஒன்றைக் குடைந்தெடுக்கும் பொழுது ஏராளமான உஷ்ணம் உண்டானதை அவர் கவனித்தார். இவ்வுஷ்ணத்தை உபயோகித்துச் சுற்றி நிற்பவர்கள் ஆச்சரியப்படும்படி 2 காலன் தண்ணீரைக் கொதிக்க வைத்தார். மேலும் சக்தியை உபயோ

கித்து மேலும் வெப்பத்தை உற்பத்தி செய்யலாம் என்பதையும் நிரூபித்தார். அவர் செய்த சோதனையிலிருந்து வெப்பம் ஒருவகைச் சக்தி என்பது தெரியவந்தது.

வெப்ப ஏற்புத்திறன் (Capacity for heat):



படம் 46.
வெப்ப ஏற்புத்திறனில் வித்தியாசம்.

சோதனை 30:— ஒரே உயரமும் வெவ்வேறு அகலமும் உள்ள மூன்று ஜாடிகளை எடுத்துக் கொண்டு, அவை ஒவ்வொன்றிலும் ஒரே அளவுள்ள தண்ணீரை ஊற்று. அகலம் அதிகமுள்ள ஜாடியில் தண்ணீரின் மட்டம் தாழ்ந்திருப்பதையும், அகலம் குறைவாகவுள்ள ஜாடிகளில் தண்ணீரின் மட்டம் உயர்ந்திருப்பதையும் காணலாம். வெவ்வேறு பொருள்களுக்கு வெவ்வேறு **வெப்ப ஏற்புத்திறன்** (Capacity for heat) உள்ளது என்பதற்கு இச்சோதனை உவமானமாகும்.

சோதனை 31:—நான்கு சோதனைக் குழாய்களில் முறையே 50 கிராம் தாமிரம், 50 கிராம் காரீயம், 50 கிராம் அலுமினியம், 50 கிராம் கண்ணாடி இவற்றைச் சிறு துண்டுகளாக எடுத்துக் கொள். ஒவ்வொரு குழாயிலும் ஒரு சென்டிக்கிரேடு உஷ்ணமானியை வை. இச் சோதனைக் குழாய்களைப் பஞ்சைக்கொண்டு லேசாக மூடி, ஓர் முகவையிலுள்ள தண்ணீரில் வை. தண்ணீரை உஷ்ணப்படுத்திக் கொதிக்கவை. நான்கு சிறு கலோரிமீட்டர்களில் ஒவ்வொன்றிலும் பாதியளவு தண்ணீரை எடுத்துக்கொள். முகவையில் வைக்கப்பட்ட நான்கு பொருள்களும் ஒரே உஷ்ண

நிலையை அடைகிறதா என்பதைக் கவனி. பிறகு இப்பொருள்கள் ஒவ்வொன்றையும் ஒவ்வொரு கலோரிமீட்டரில் போட்டு, தண்ணீருடன் சேர்த்து நன்ருகக் கலக்கு. இந்த நான்குக் கலவைகளின் உஷ்ண நிலைகளை உஷ்ணமானிகளைக் கொண்டு குறித்துக்கொள். நான்கு கலோரிமீட்டர்களும் வெவ்வேறு உஷ்ண நிலைகளைக் காண்பிக்கும். நான்கு கலோரிமீட்டர்களிலும் தண்ணீர் ஒரே அளவில் இருந்தபொழுதிலும், ஒவ்வொன்றும் வெவ்வேறு அளவில் வெப்பத்தை மேற்கூறிய பொருள்களிலிருந்து அடைந்திருக்க வேண்டும். அதாவது, வெவ்வேறு பொருள்களுக்கு வெவ்வேறு வெப்ப ஏற்புத்திறன் உண்டு என்பதை இச்சோதனை நிரூபிக்கிறது.

வெப்பத்தின் அலகு (Unit of heat):—ஒரு கிராம் தண்ணீரின் உஷ்ண நிலையை ஒரு டிகிரி சென்டிக்ரேடு உயர்த்துவதற்குத் தேவையான வெப்பம் ஒரு கலோரி (Calorie) எனப்படும்.

உதாரணமாக, 100 கிராம் தண்ணீரின் உஷ்ண நிலையை 30°C லிருந்து 35°Cக்கு உயர்த்தவேண்டுமென்ருல், $100 \times 5 = 500$ கலோரிகள் வெப்பம் தேவையாகும். அதைப்போலவே, 100 கிராம் தண்ணீர் 60°Cலிருந்து 40°Cக்கு குளிர்ச்சி அடையும் பொழுது $100 \times 20 = 2000$ கலோரிகள் வெப்பத்தை வெளிவிடும். எனவே, வெப்பத்தின் அலகை வேருெரு விதத்திலும் குறிப்பிடலாம். ஒரு கிராம் தண்ணீரின் உஷ்ண நிலை ஒரு டிகிரி சென்டிக்ரேடு தாழும் பொழுது தண்ணீர் வெளிவிடும் வெப்பம் ஒரு கலோரியாகும்.

சுயவெப்பம் அல்லது வெப்ப எண் (Specific heat):—ஒரு கிராம் எடையுள்ள ஒரு பொருளின் உஷ்ண நிலையை ஒரு டிகிரி சென்டிக்ரேடு உயர்த்துவதற்குத் தேவையான வெப்பம் அப்

பொருளின் **வெப்ப எண்** எனப்படும். அதைப் போலவே ஒரு கிராம் எடையுள்ள பொருளின் உஷ்ண நிலை ஒரு டிகிரி சென்டிக்ரேடு தாழும் பொழுது, அப்பொருள் வெளிவிடும் வெப்பம் அதன் வெப்ப எண் எனப்படும்.

மற்றெல்லாப் பொருள்களையும்விட தண்ணீருக்கு வெப்ப ஏற்புத்திறன் அதிகமாகும். தண்ணீரின் வெப்ப எண் =1. இதரப் பொருள்களின் வெப்ப எண்கள் ஒன்றிற்குக் கீழ்ப்பட்டவை.

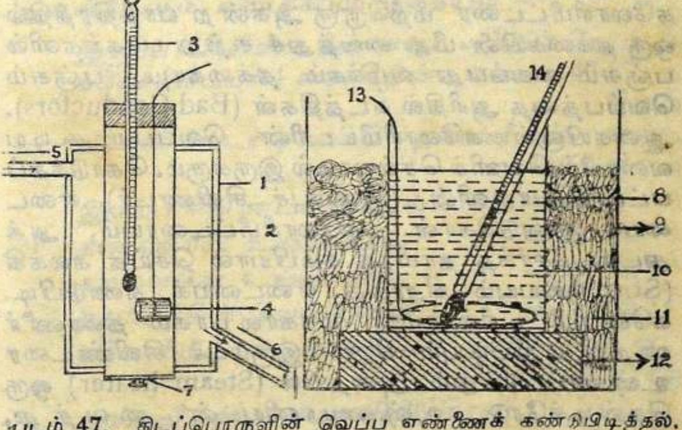
சாதாரணமாக ஒரு திடப்பொருளின் அல்லது ஒரு திரவத்தின் வெப்ப எண்ணைக் கண்டுபிடிக்கும் முறைக்குக் **கலவை முறை** (Method of mixtures) என்று பெயர். திடப்பொருளானல் அதை ஓர் குறிப்பிட்ட அளவிற்கு உஷ்ணப்படுத்தி, அதை ஒரு கலோரிமீட்டரில் வைக்கப்பட்டுள்ள தண்ணீருடன் கலக்கவேண்டும். எடுத்துக்கொண்ட தண்ணீரின் உஷ்ண நிலையையும், கலவையின் உஷ்ண நிலையையும் குறித்துக்கொள்ள வேண்டும். பொருளின் எடை, தண்ணீரின் எடை இவ்விரண்டையும் கண்டுபிடிக்க வேண்டும். மேற்கூறிய அளவீடுகளை உபயோகித்துப் பொருளின் வெப்ப எண்ணைக் கண்டு பிடிக்கலாம்.

மேற்கூறிய சோதனை முறையில் கலோரிமீட்டரும் உஷ்ணத்தை எடுத்துக்கொள்ளும். அதனுடைய **சமநீர் எடையை** (Water Equivalent) கணக்கிட்டுத் தண்ணீரின் எடையுடன் சேர்த்துக் கொள்ள வேண்டும்.

ஒரு கலோரிமீட்டரின் உஷ்ண நிலையை ஒரு டிகிரி சென்டிக்ரேடு உயர்த்துவதற்குத் தேவையான வெப்பத்தைக்கொண்டு எத்தனை கிராம் தண்ணீரின் உஷ்ண நிலையை ஒரு டிகிரி சென்டிக்ரேடு உயர்த்தலாமோ, அந்த எடைக்குக் கலோரி

மீட்டரின் சமநீர் எடை என்று பெயர்.) சாதாரண மாக, கலோரிமீட்டர்கள் மெல்லிய தாமிரத் தகட்டி ஞல் செய்த, சிலிண்டர் வடிவமுள்ள பாத்திரங்கள். தாமிரத்தின் வெப்ப எண் $= \cdot 095$. ஒரு கலோரி மீட்ட ரின் எடை 40 கிராம் என்ருல், அதன் உஷ்ண நிலையை $1^\circ C$ உயர்த்துவதற்கு $40 \times \cdot 095 = 3\cdot 8$ கலோரிகள் தேவை. 3·8 கலோரிகள் 3·8 கிராம் தண்ணீரின் உஷ்ண நிலையை $1^\circ C$ உயர்த்தும். எனவே, கலோரி மீட்டரின் சமநீர் எடை $= 3\cdot 8$ கிராம்.

சோதனை 32:—ஒரு திடப்பொருளின் வெப்ப எண்ணைக் கண்டு பிடித்தல்: இச்சோதனைக்கு உப



படம் 47. திடப்பொருளின் வெப்ப எண்ணைக் கண்டுபிடித்தல்.

1. வெளியறை
2. உள்ளறை
3. உஷ்ணமானி
4. பொருள்
5. நீராவிஉட் செல்லுகிறது
6. நீராவி வெளிச்செல்லு கிறது
7. கீழ் மூடி
8. கலோரிமீட்டர்
9. வெளிப் பாத்திரம்
10. தண்ணீர்
11. பஞ்சு
12. தக்கை
13. கலக்கி
14. சுய வெப்ப உஷ்ணமானி

யோகிக்கப்படும் உபகரணத்தைப் படத்தில் பார்க்க

லாம். பொருளை உஷ்ணப்படுத்துவதற்கு இரண்டு சுவர்கள் கொண்ட ஒரு பாத்திரம் உபயோகப்படுகிறது. பாத்திரத்தின் உள்ளறையில் கொடுக்கப்பட்ட பொருளும் ஒரு உஷ்ணமானியும் வைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. அதன் மேல் பாகம் ஒரு ரப்பர் அடைப்பானால் மூடப்பட்டிருக்கிறது. அதன் கீழ் பாகம் திறந்து மூடும்படி அமைக்கப்பட்டுள்ளது. ஒரு கொதிகலத்திலிருந்து பாத்திரத்தின் வெளியறை வழியாக நீராவி செலுத்தப்படுகிறது. நடு அறையிலுள்ள காற்று நீராவியால் உஷ்ணப்படுத்தப்படுகிறது.

இவ்வகைச் சோதனைகளுக்கு உபயோகிக்கும் கலோரிமீட்டரை மற்றொரு அகன்ற பாத்திரத்தில் ஒரு தக்கையின் மீது வைத்துச் சுற்று பாகங்களில் பஞ்சும் வைப்பது வழக்கம். தக்கையும், பஞ்சும் வெப்பத்தை அரிதில் கடத்திகள் (Bad Conductors). ஆகையினால் கலோரிமீட்டரின் வெப்பம் கூடிய வரையில் வெளிச் செல்லாமல் இருக்கும். கொடுக்கப்பட்ட பொருளின் (இரும்புச் சிலிண்டர்) எடையைக் கண்டுகொள். கலோரிமீட்டரையும், அத்துடன் சேர்ந்த தாமிரக் கம்பியால் செய்த கலக்கி (Stirrer)யையும் நிறுத்து, எடையைக் கண்டுபிடி. கலோரிமீட்டரில் சுமார் முக்கால் பாகம் தண்ணீர் ஊற்றி, மறுபடியும் நிறு. இரும்புச் சிலிண்டரை உஷ்ணப்படுத்தும் அறையில் (Steam heater) ஒரு சென்டிக்ரேடு உஷ்ணமானியுடன் வைத்து, வெளியறை வழியாக நீராவியைச் செலுத்து. நீராவி வெளிச் செல்லும் குழாய்க்கடியில் நீர்த்துளிகள் வீழ்வதற்கு ஒரு பாத்திரத்தை வை. சுமார் கால் மணி நேரத்தில் உஷ்ணமானியில் பாதரசம் உயர்ந்து, அதன் மட்டம் ஸ்திரமாக நிற்கும். அந்த அளவைக் குறித்துக்கொள். ஒரு நுட்பமான சென்டிக்ரேடு உஷ்ணமானியைக் கொண்டு கலோரிமீட்டரில் உள்ள தண்ணீரின் உஷ்ண

நிலையைக் குறித்துக்கொள். [இச்சோதனையில் உபயோகிக்கும் சுய வெப்ப உஷ்ணமானியில் (Specific heat Thermometer) ஒவ்வொரு அளவுக் கோடும் $\frac{1}{5}^{\circ}$ஐ குறிக்கும்]. இப்பொழுது கலோரிமீட்டரை உஷ்ணப்படுத்தும் அறையின் அடியில் கொண்டு வந்து, கீழ் மூடியைத் திறந்து, இரும்புச் சிலிண்டரை ஜாக்கிரதையாகத் தண்ணீருக்குள் விழும்படிச் செய். கலக்கியைக் கொண்டு நன்ருகக் கலக்கிக் கலவையின் உஷ்ண நிலையைக் குறித்துக் கொள். இந்த அளவீடுகளிலிருந்து இரும்புச் சிலிண்டரின் வெப்ப எண்ணைக் கீழ்க்கண்டவாறு கணக்கிடலாம்.

அளவீடுகளும், கணக்கிடும் முறையும் :—

இரும்புச் சிலிண்டரின் எடை = 20·92 கிராம்
கலோரிமீட்டர் + கலக்கியின் எடை = 47·32 கிராம்
கலோரிமீட்டர் + கலக்கி + தண்ணீரின் எடை = 116·58 கிராம்
இரும்பு சிலிண்டரின் உஷ்ணநிலை = 99°·0C
தண்ணீரின் உஷ்ணநிலை = 28°·5C
கலவையின் உஷ்ணநிலை = 30°·7C
தாமிரத்தின் வெப்ப எண் = ·095
கலோரிமீட்டர் + கலக்கியின் சமநீர் எடை = 47·32 × ·095 = 4·50 கிராம்
தண்ணீரின் எடை = 69·26 கிராம்.
இரும்பின் வெப்ப எண் = S
இரும்புச் சிலிண்டரால் வெளிவிடப்பட்ட வெப்பம் = 20·92 × S (99·0 − 28·5)
கலோரிமீட்டரும், தண்ணீரும் அடைந்த வெப்பம் } = (69·26 + 4·50) × (30·7 − 28·5)
= 73·76 × 2·2

சிலிண்டர் வெளிவிட்ட வெப்பம்=கலோரி மீட்டரும் தண்ணீரும் அடைந்த வெப்பம்.

$$\therefore\ 20{\cdot}92 \times S \times 70{\cdot}5 = 73{\cdot}76 \times 2{\cdot}2$$

$$\therefore\ S = \frac{73{\cdot}76 \times 2{\cdot}2}{20{\cdot}92 \times 70{\cdot}5} = \frac{162{\cdot}3}{1475} = {\cdot}11$$

இரும்பின் வெப்ப எண் =0·11

[சோதனை 32-ல் கூறப்பட்டுள்ள Steam heater என்ற உபகரணம் இல்லாவிட்டால், கொடுக்கப் பட்ட பொருளை ஒரு நூலில் கட்டி, கொதிக்கும் தண்ணீரில் தொங்கவிட்டு உஷ்ணப்படுத்துங்கள்.]

சோதனை 33:—ஒரு திரவத்தின் வெப்ப எண் ணைக் கண்டுபிடித்தல்: ஒரு கலோரிமீட்டரின் எடை யைக் கண்டுபிடி. அதில் சுமார் மூன்றில் ஒரு பங்கு தண்ணீர் எடுத்துக்கொண்டு மறுபடியும் நிறுத்து, தண்ணீரின் எடையைக் கண்டுகொள். கொடுக்கப் பட்ட திரவத்தை (தேங்காய் எண்ணெய்) ஒரு சிறிய முகவையில் எடுத்துக்கொண்டு அதைவிடச் சற்றுப் பெரிய முகவையிலுள்ள தண்ணீரில் வைத்து, தண்ணீரை உஷ்ணப்படுத்து. கலோரி மீட்டரிலுள்ள தண்ணீரின் உஷ்ணநிலையைக் குறித்துக்கொள். எண்ணெயின் உஷ்ணநிலை சுமார் 50°C வந்தவுடன் அதை வெளியிலெடுத்து அதன் உஷ்ண நிலையைக் குறித்துக்கொள். உடனே எண்ணெயைக் கலோரிமீட்டரில் ஊற்றி, நன்ருகக் கலக்கு. கலவையின் உஷ்ணநிலையைச் சுயவெப்ப உஷ்ணமானியினல் கண்டுபிடி. பிறகு கலோரிமீட்டரை அதிலுள்ள பொருள் களுடன் நிறுத்து, எண்ணெயின் எடையைக் கண்டு பிடி. இவ்வளவீடுகளைக் கொண்டு எண்ணெயின் வெப்ப எண்ணைக் கணக்கிடலாம். எண்ணெயின் எடை × எண்ணெயின் வெப்ப எண் × எண்ணெ யின் உஷ்ணநிலையில் ஏற்பட்ட குறைவு=(கலோரி மீட்டரின் சமநீர் எடை+தண்ணீரின் எடை) × தண்ணீரின் உஷ்ணநிலையில் ஏற்பட்ட உயர்வு.

இதிலிருந்து திரவத்தின் வெப்ப எண்ணைக் கணக்கிடலாம்.

பொருள்களின் வெப்ப எண்கள் :

திடப் பொருள்	வெப்ப எண்	திரவம்	வெப்ப எண்
அலுமினியம்	·22	ஆல்கஹால்	·60
பித்தளை	·089	பென்சின்	·41
தாமிரம்	·094	கிளிசரின்	·58
பனிக்கட்டி	·50	பாதரசம்	.033
இரும்பு (வார்ப்பு)	·119	ஆலிவ் எண்ணெய்	·47
இரும்பு (தேன்)	·115	டர்பென்டைன்	·42
காரீயம்	·031	தண்ணீர்	1·0
வெள்ளி	·056		
வெள்ளீயம்	·054		
துத்தநாகம்	·092		

கேள்விகள்

1. வெப்பத்தின் அலகு என்ன ?
2. வெப்பத்திற்கும் நீர் மட்டத்திற்கும் உள்ள உவமானம் என்ன ?
3. வெப்ப எண்ணின் தெளிவுறலை எழுது.
4. ஒரு கலோரி மீட்டரின் சமநீர் எடை என்னுல் என்ன ?
5. ஒரு திடப்பொருளின் வெப்ப எண்ணைக் கண்டு பிடிப்பதற்கு உபயோகிக்கப்படும் உபகரணத்தின் படம் வரை.
6. 100 கிராம் எடையுள்ள ஒரு ஈயகுண்டு $99°C$ உஷ்ண நிலையில் வைக்கப்பட்டுள்ளது. $30°C$ உஷ்ண நிலையிலுள்ள 200 கிராம் தண்ணீருக்குள் மேற்கூறிய ஈயகுண்டைப் போட்டால், ஏற்படும் கலவையின் உஷ்ண நிலை என்ன ? (ஈயத்தின் வெப்ப எண் $=1/30$)

அத்தியாயம் 11

நிலை மாற்றம்

வெப்பத்தினல் ஏற்படும் மாற்றங்களில் நிலை மாற்றம் (Change of state) ஒன்று. அதாவது, வெப்பத்தினல் ஒரு திடப்பொருள் திரவமாகிறது. ஒரு திரவம் ஆவியாகிறது. சில திடப் பொருள்கள் உஷ்ணப்படுத்தப்பட்டால் உருகாமல் நேரடியாக ஆவியாகின்றன. இம்முறைக்கு ரசாயனத்தில் பதங்கமாதல் (Sublimation) எனப்பெயர். அயொடினும், கர்ப்பூரமும் இதற்கு உதாரணங்களாகும். சாதாரண திடப்பொருள்களை மூன்று நிலைகளிலும் பெறலாம். பனிக்கட்டியை உருக்கினல் தண்ணீராக மாறுகிறது. தண்ணீரைக் கொதிக்கவைத்தால் நீராவியாக மாறுகிறது. மேற்கூறிய மாற்றங்கள் குறிப்பிட்ட உஷ்ண நிலைகளில் நடைபெறுகின்றன.

வெப்பமும், நிலை மாற்றமும்:—ஒரு திடப் பொருள் உஷ்ணப்படுத்தப்பட்டால், அதன் உஷ்ண நிலை சிறிது சிறிதாக உயர்ந்து, உருகு நிலையை (Melting point) அடைகிறது. பொருள் உருக ஆரம்பித்ததும் உஷ்ணமானியில் பாதரசம் ஒரே மட்டத்தில் நிற்கிறது. பொருள் முழுவதும் திரவமாகும் வரையில் உஷ்ண நிலை உயருவதில்லை. ஆனல் பொருளானது வெப்பத்தை எடுத்துக் கொண்டே இருக்கிறது. இவ்வெப்பம் பொருளின் நிலைமாற்றத்திற்குப் பயன்படுகிறது. உஷ்ணமானி இதைக் காண்பிக்காது. இவ்வாறு பயன்படும் வெப்பத்திற்கு உள்ளுறை வெப்பம் (Latent heat) எனப்பெயர்.

ஒரு திரவத்தை உஷ்ணப்படுத்தினல் அது கொதிநிலை (Boiling point)யை அடையும் வரையில்

அதன் உஷ்ண நிலை உயர்ந்து கொண்டிருக்கும். திரவம் கொதிக்க ஆரம்பித்த பிறகு உஷ்ணமானியில் பாதரச மட்டம் ஒரே அளவில் இருக்கும். அதாவது, திரவம் எடுத்துக்கொள்ளும் வெப்பம் அதை ஆவியாக்குவதற்குப் பயன்படுகிறது. இவ்வாறு பயன்படும் வெப்பத்திற்கும் உள்ளுறை வெப்பம் எனப்பெயர்.

சோதனை 34 :—ஒரு முகவையில் சில பனிக் கட்டித் துண்டுகளைப் போட்டு, அவற்றின் மத்தியில் ஒரு சென்டிக்ரேடு உஷ்ணமானியின் குமிழை வை. முகவையை புன்ஸன் அடுப்பினால் உஷ்ணப் படுத்து.. பனிக்கட்டிகள் உருகும்பொழுது உஷ்ண மானி குறிக்கும் உஷ்ண நிலையைக் கவனி. பிறகு முகவையிலுள்ள தண்ணீரைக் கொதிக்கவை. தண்ணீர் கொதிக்கும்பொழுது உஷ்ணமானியில் பாதரச மட்டத்தைக் கவனி. பனிக்கட்டி முழுவதும் உருகும் வரையில் உஷ்ணமானியில் உள்ள பாதரசத்தின் மட்டம் 0°Cல் ஸ்திரமாக நிற்கும். தண்ணீர் கொதிக்கும்பொழுது உஷ்ண மானியிலுள்ள பாதரசத்தின் மட்டம் சுமார் 100°Cல் ஸ்திரமாக நிற்கும்.

தண்ணீரின் கொதிநிலை சுற்றியுள்ள காற்றின் அழுத்தத்தைப் பொருத்திருக்கிறது. சமுத்திர மட்டத்தில், அதாவது 76 செ. மீ. அழுத்தத்தில், தண்ணீரின் கொதிநிலை சரியாக 100°C ஆகும். காற்றின் அழுத்தம் குறைந்தால் தண்ணீரின் கொதிநிலையும் குறையும். அழுத்தம் அதிகமானல் கொதிநிலை உயரும்.

ஒரு திடப்பொருளின் உருகு நிலையைக் கண்டு பிடித்தல் : சோதனை 35 :—தண்ணீரின் கொதி நிலையைவிடத் தாழ்ந்த உஷ்ண நிலையில் ஒரு திடப் பொருள் உருகுமானல், அதன் உருகு நிலையைக் கீழ்க்கண்ட முறையில் கண்டுபிடிக்கலாம். ஒரு பீங்கான் கிண்ணத்தில் சுமார் பாதியளவு பாரபின்

மெழுகை (Paraffin wax) போட்டு உஷ்ணப் படுத்து. மெழுகு உருகிய பிறகு, அதில் ஒரு கண்ணாடி தந்துகிக் குழாயின் (Capillary tube) முனையைத் தோய்த்துக் குழாயை வெளியிலெடு. அதில் சிறிதளவு மெழுகு உறைந்திருக்கும். மெழுகின் கீழுள்ள முனையை புன்ஸன் அடுப்பில் காட்டி, மூடும்படிச் செய். பிறகு குழாயை ஒரு உஷ்ணமானியுடன் சேர்த்து நூலால் கட்டு. குழாயில் மெழுகுள்ள பாகம் உஷ்ணமானியின் குமிழிற்கு அருகில் இருக்கவேண்டும்.

படம் 48. உருகு நிலை
1. தந்துகிக் குழாய்
2. மெழுகு
3. உஷ்ணமானி
4. சோதனைக் குழாய்
5. கலக்கி
6. தண்ணீர்

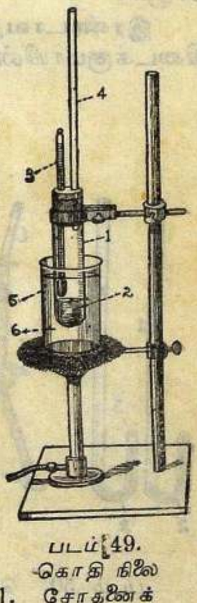
உஷ்ணமானியையும் அத்துடன் கட்டப்பட்ட தந்துகிக் குழாயையும் ஓர் அகன்ற சோதனைக் குழாயிலுள்ள தண்ணீரில் படத்தில் காட்டியபடி ஒரு தக்கையின் மூலம் பொருந்த வை. சோதனைக் குழாயில் ஒரு கலக்கியையும் வை. சோதனைக் குழாயை புன்ஸன் அடுப்பினால் மெதுவாக உஷ்ணப் படுத்து. மெழுகு உருகுவதற்கு முன் வெண்மையாக இருக்கும். உருகியவுடன் தண்ணீரைப் போல் நிறமற்றதாகத் தோன்றும். இவ்வித மாற்றம் ஏற்பட்டவுடன் புன்ஸன் அடுப்பை நீக்கி, சோதனைக் குழாயிலுள்ள தண்ணீரை நன்றாகக்கலக்கி, உஷ்ணமானியில் பாதரச மட்டத்தைக் குறித்துக்கொள். சில நிமிஷங்களுக்குப் பிறகு திரும்பவும் மெழுகு வெண்மையாக மாறும். இப்

பொழுது தண்ணீரின் உஷ்ணநிலையை மீண்டும் குறித்துக்கொள். இவ்விரண்டு உஷ்ண நிலைகளின் சராசரியை மெழுகின் உருகு நிலையாக எடுத்துக் கொள்ளலாம். இச்சோதனையை மூன்று, நான்கு தடவை செய்து, சராசரி உருகு நிலையைக் கண்டுபிடி.

திரவங்களின் கொதிநிலையைக் கண்டுபிடித்தல்:

சோதனை 36 :—ஒரு திரவத்தின் கொதிநிலை 100°Cக்குக் குறைவாக இருந்தால், கீழ்க் கூறிய முறைகளில் அதன் கொதி நிலையைக் கண்டுபிடிக்கலாம்.

முதல் முறை :—ஒரு அகன்ற சோதனைக் குழாயில் சுமார் கால்பாகம் ஆல்கஹாலை எடுத்துக்கொள். குழாயை இரு துவாரமுள்ள அடைப்பானல் மூடு. ஒரு துவாரத்தின் வழியாக ஒரு சென்டிக்ரேடு உஷ்ணமானியைச் செருகு. உஷ்ணமானியின் குமிழ் ஆல்கஹாலின் மட்டத்திற்குச் சிறிது உயரத்தில் இருக்க வேண்டும். மறு துவாரத்தின் வழியாக ஒரு நீண்ட கண்ணாடிக் குழாயைச் செங்குத்தாகப் பொருத்து. ஆல்கஹால் ஆவி தீப்பற்றிக் கொள்ளும் தன்மையுடையது. அப்படித் தீப்பற்றிக்கொள்ளாமல் இருப்பதற்காக இக்குழாய் உதவுகிறது. சோதனைக் குழாயை ஒரு வாலைதாங்கியில்



படம் 49.
கொதி நிலை
1. சோதனைக் குழாய்
2. ஆல்கஹால்
3. உஷ்ணமானி
4. கண்ணாடிக் குழாய்
5. முகவை
6. தண்ணீர்

(Retort stand) பொருத்தி ஒரு முகவையிலுள்ள தண்ணீரில் படத்தில் காட்டியபடி வை. தண்ணீரை உஷ்ணபடுத்து. சில நிமிஷங்களில் ஆல்கஹால் கொதிக்க ஆரம்பிக்கிறது. உஷ்ணமானியின் குமிழ் ஆல்கஹால் ஆவியால் சூழப்படுகிறது. உஷ்ணமானியில் பாதரச மட்டம் சிறிது சிறிதாக உயர்ந்து கடைசியில் ஸ்திரமாக நிற்கிறது. இந்த உஷ்ண நிலை ஆல்கஹாலின் கொதிநிலையாகும்.

இரண்டாவது முறை:—திரவம் சிறிதளவுதான் கிடைக்குமாயின் அதன் கொதிநிலையை ஒரு J—குழாயை உபயோகித்துக் கண்டுபிடிக்கலாம். இக்குழாயின் குட்டையான புஜம் மூடப்பட்டுள்ளது. குழாயில் பாதரசத்தைப் போட்டு, குட்டையான புஜம் முழுவதையும், நீண்ட புஜத்தில் சிறிதளவும் நிரப்பு. பிறகு நீண்ட புஜத்தின் வழியாக இரண்டு மூன்று துளிகள் குளோரபாரத்தை ஊற்றிக் குழாயைக் கவிழ்த்து, குளோரபாரம் மூடிய முனையில், பாதரசத்தின் மீது இருக்கும்படிச் செய். காற்று சிறிதும் அங்கிருக்கக் கூடாது. பிறகு J—குழாயை ஒரு முகவையிலுள்ள தண்ணீரில் இருக்கும்படி ஒரு தாங்கியில் பொருத்தவை. குழாயின் குட்டை

படம் 50. கொதிநிலை

1. J—குழாய் 2. பாதரசம்
3. ஆல்கஹால் 4. முகவை
5. தண்ணீர் 6. உஷ்ணமானி

யான புஜம் முழுவதும் தண்ணீரின் அடியில் இருக்கவேண்டும். தண்ணீரில் ஒரு சென்டிக்ரேடு உஷ்ணமானியை வை. இப்பொழுது தண்ணீரை மெதுவாக உஷ்ணப்படுத்து. இச்சோதனை கீழ்க் கூறிய தத்துவத்தைத் தழுவி அமைக்கப்பட்டுள்ளது.—ஒரு திரவம் கொதிக்கும்பொழுது அதன் ஆவி அழுத்தம் (Vapour pressure) வெளிக்காற்றின் அழுத்தத்திற்குச் சமமாகும். தண்ணீரின் உஷ்ண நிலை உயரும்பொழுது, J-குழாயின் மூடிய புஜத்திலுள்ள குளோரபாரம் ஆவியாகி, அதன் கீழுள்ள பாதரசத்தை அழுத்துகிறது. ஆகையால் இந்த புஜத்தில் பாதரச மட்டம் தாழ்ந்து, நீண்ட புஜத்தில் பாதரச மட்டம் உயர்கிறது. இரு பாதரச மட்டங்களும் சமமானவுடன் உஷ்ணமானி காண்பிக்கும் உஷ்ண நிலையைக் குறித்துக்கொள். மேற்கூறிய தத்துவத்தின்படி இது குளோரபாரத்தின் கொதிநிலையாகும். மேலும் சிறிது தண்ணீரை உஷ்ணப்படுத்தினால் நீண்ட புஜத்தில் பாதரச மட்டம் அதிகமாகவும், குட்டையான புஜத்தில் குறைவாகவும் இருக்கும். இப்பொழுது புன்ஸன் அடுப்பை நீக்கித் தண்ணீரைக் குளிர வைத்தால், மீண்டும் இரு பாதரச மட்டங்களும் சமமாகும். இப்பொழுதுள்ள உஷ்ண நிலையைக் குறித்துக்கொள். இவ்விரண்டு அளவீடுகளின் சராசரியை குளோரபாரத்தின் கொதிநிலையாக எடுத்துக்கொள்ளலாம். இச்சோதனையை மூன்று, நான்கு தடவை செய்து சராசரி கொதிநிலையைக் கண்டுபிடி.

திரவங்களின் கொதி நிலைகள் :

	திரவம்	கொதி நிலை
1	தண்ணீர் ...	100°C
2	ஆல்கஹால் ...	78°C
3	பாதரசம் ...	357°C
4	பென்சீன் ...	80°C
5	கிளிசரின் ...	290°C
6	டர்பென்டைன் ...	159°C
7	குளோரபாரம் ...	61°C
8	ஈதர் ...	35°C
9	கார்பன் டை ஸல்பைடு ...	46°C

கேள்விகள்

1. தேன் மெழுகின் உருகுநிலையை எவ்வாறு கண்டு பிடிப்பாய் ?
2. ஆல்கஹாலின் கொதி நிலையை எவ்வாறு கண்டுபிடிப்பாய் ?
3. உள்ளுறை வெப்பம் என்றால் என்ன ?
4. பனிக் கட்டியும், வார்ப்பிரும்பும் உருகும் பொழுது, அவற்றின் கன அளவுகளில் என்ன மாறுதல்கள் ஏற்படுகின்றன ?

அத்தியாயம் 12

வெப்பம் செலுத்துதல்

[வெப்பம் கடத்தல்—வெப்பச் சலனம்—வெப்பக் கதிர் வீசல்—தெர்மோஸ் பிளாஸ்கு.]

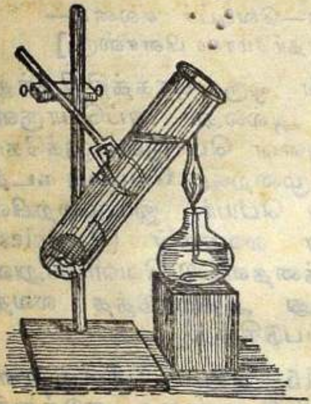
ஒரு திடப்பொருளின் ஒரு பாகத்திலிருந்து இதர பாகங்களுக்கோ, அல்லது அப்பொருளிலிருந்து அதன் அருகிலுள்ள பொருள்களுக்கோ வெப்பம் செலுத்தப்படும் முறைக்கு **வெப்பம் கடத்தல்** (Conduction) என்று பெயர். இம்முறையில் பொருளில் அடங்கியுள்ள லவங்கள் (Particles) அவைகள் இருக்கும் இடத்தைவிட்டு வெளியேறுவதில்லை. ஒரு லவத்திலிருந்து அதற்கடுத்த லவத்திற்கு வெப்பம் செலுத்தப்படுகிறது.

சோதனை 37 :—10-15 செ. மீ. நீளமுள்ள கெட்டியான இரும்புக் கம்பி ஒன்றை எடுத்துக்கொள். அதன் ஒரு முனையை புன்ஸன் அடுப்பின் சுவாலையில் காய்ச்சு. சிறிது நேரத்தில் மறுமுனையைத் தொடமுடியாமல் உஷ்ணம் ஏறியிருப்பதைக் கவனிக்கலாம்.

சோதனை 38 :—அதே நீளமுள்ள கண்ணாடித் தண்டு ஒன்றை எடுத்துக்கொண்டு, அதன் ஒரு முனையை அதே சுவாலையில் காய்ச்சு. மறுமுனையைத் தொட்டுப்பார். இம்முனையில் உஷ்ணம் தெரிவதில்லை.

மேற்கூறிய இரு சோதனைகளிலிருந்து திடப்பொருள்களை வெப்பம் கடத்தும் தன்மைப்படி இரு பிரிவுகளாகப் பிரிக்கலாம்—எளிதில் கடத்திகள் (Good conductors), அரிதில் கடத்திகள் (Bad conductors). சாதாரணமாக உலோகங்கள் வெப்பத்தை எளிதில் கடத்தும தன்மையுடையன. கண்ணாடி, தக்கை, மரம், பஞ்சு இவையெல்லாம் அரிதில் கடத்திகள்.

திரவங்கள், வாயுக்கள் இவையெல்லாம் அரிதில் கடத்திகளாகும். உதாரணமாக, தண்ணீர் ஓர் அரிதில் கடத்தி. இதைக் கீழ்க்கண்ட சோதனை விளக்கும்.



படம் 51. தண்ணீர் ஓர் அரிதில் வெப்பக் கடத்தி

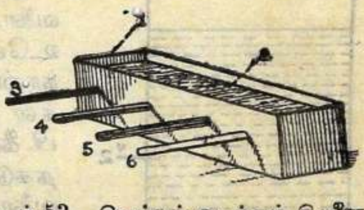
சோதனை 39 :— ஒரு சோதனைக் குழாயில் முக்கால் பாகத்திற்குமேல் குளிர்ந்த தண்ணீரை நிரப்பு குழாயின் கழுத்து பாகத்திலுள்ள தண்ணீரை ஸ்பிரிட்டு விளக்கினால் உஷ்ணப்படுத்து சிறிது நேரத்தில் அங்குள்ள தண்ணீர் கொதிகக ஆரம்பிக்கிறது. ஆனால் குழாயினடியில் கையை வைத்தால் உஷ்ணம் தெரிவதில்லை.

உலோகங்களுக்கும், மரத்திற்கும் **வெப்பம் கடத்தும் திறனில்** (Heat Conductivity) உள்ள வித்தியாசத்தைக் கீழ்க்கண்ட சோதனை விளக்கும்.

படம் 52.
வெப்பம் கடத்தும் திறனில் வித்தியாசம்

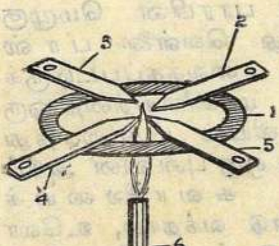
சோதனை 40 :— சிலிண்டர் வடிவத்தில் சுமார் 15 செ. மீ. நீளமுள்ள ஒரு மரக் கட்டையை எடுத்துக் கொண்டு, அதன் ஒரு முனையை அதே நீளமுள்ள ஒரு பித்தளைக் குழாயினுள் பொருத்து. கெட்டியான வெள்ளைக் காகிதத்தால் இவ்விரு பாகங்களையும்

சுற்றி, ஒரு அகன்ற சுவாலையில் முன்னுக்கும் பின்னுக்கும் சிறிது நேரம் காகிதத்தை அசை. பிறகு காகிதத்தைக் கவனித்தால், மரத்தின் மீதுள்ள பாகம் கருகியும், பித்தளையின் மீதுள்ளபாகம் கருகாமலும் இருப்பதைக் காணலாம். இச்சோதனையிலிருந்து பித்தளை ஓர் எளிதில் கடத்தி என்றும், மரம் ஓர்



படம் 53. வெப்பம் கடத்தும் திறனை ஒப்பிடுதல்

1. தொட்டி
2. கொதிக்கும் தண்ணீர்
3, 4, 5, 6. உலோகத் தண்டுகள்



படம் 54.
வெப்பம் கடத்தும் திறனை ஒப்பிடுதல்

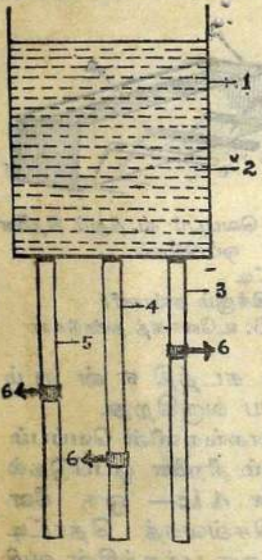
1. மரவளையம் 2, 3, 4, 5. உலோகத் தகடுகள்
6. புன்ஸன் அடுப்பு

அரிதில் கடத்தி என்றும் தெரிய வருகிறது.

உலோகங்களின் வெப்பம் கடத்தும் திறனை ஒப்பிடுதல்

சோதனை 41:— ஒரு நீளமான செவ்வகத் தொட்டியின் ஒரு பக்கத்தின் வழியாகச் சம அளவுள்ள, நான்கு வெவ்வேறு உலோகங்களால் செய்த தண்டுகள் படம் 53-ல் காட்டியபடி பொருத்தப்பட்டிருக்கின்றன. தண்டுகளின் வெளிப்புறத்தில் ஒரே கனத்தில் மெழுகு பூசப் பட்டிருக்கிறது. தொட்டியில் கொதிக்கும் தண்ணீர் ஊற்றப்படுகிறது. சிறிது நேரம் கழித்துத் தண்டுகளை கவனித்தால் ஒவ்வொரு தண்டிலும் வெவ்

வேறு நீளத்திற்கு மெழுகு உருகியிருப்பதைக் காணலாம்.



படம் 55. வெப்பம் கடத்தும் திறனை ஒப்பிடுதல்
1. கலோரி மீட்டர் 2. தண்ணீர் 3, 4, 5, உலோகத் தண்டுகள் 6. காட்டிகள்

சோதனை 42:—ஒரு மர வளையத்தில் வெவ்வேறு உலோகங்களினால் செய்த நான்கு கெட்டியான தகடுகள் படம் 54-ல் காட்டியபடி பிணைக்கப் பட்டுள்ளன. தகடுகளின் உள் முனைகள் வளையத்தின் மையத்தில் ஒன்று கூடும்படி வைக்கப் பட்டுள்ளன. வெளி முனைகள் ஒவ்வொன்றிலும் ஓர் பள்ளத்தில் ஒரு சிறிய துண்டு பாரபின் மெழுகு அல்லது வெள்ளை பாஸ்வரம் வைக்கப்பட்டிருக்கிறது. மரவளையத்தை ஒரு முக்காலியின் மீது வைத்து நடுவில் ஒரு புன்ஸன் அடுப்பின் சுவாலையைக் கொண்டு வந்தால், உலோகத்தகடுகள் உஷ்ணப்படுகின்றன. வெப்பம் கடத்தும் திறன் அதிகமுள்ள தகட்டில் மெழுகு முதலில் உருகும், அல்லது பாஸ்வரம் முதலில் எரியும். மிகவும் குறைந்த திறனுள்ள உலோகத்தில் கடைசியாக மேற்கூறிய நிகழ்ச்சிகள் ஏற்படும்.

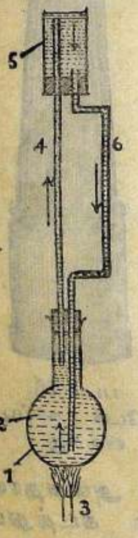
சோதனை 43:—சுமாராகப் பெரிய கலோரி மீட்டர் ஒன்றின் அடிபாகத்திலிருந்து சம அளவுள்ள வெவ்வேறு உலோகங்களினால் (தாமிரம், துத்தநாகம், இரும்பு) செய்த தண்டுகள் படம் 55-ல்

காட்டியபடி கீழ்நோக்கிப் பிணைக்கப்பட்டுள்ளன. தண்டுகளின் மீது லேசாக மெழுகு பூசப்பட்டுள்ளது. ஒவ்வொரு தண்டிலும் அம்புக் குறி வடிவமுள்ள ஒரு காட்டி (Index) வைக்கப்பட்டிருக்கிறது. சோதனை ஆரம்பத்தில் எல்லாக் காட்டிகளும் கலோரி மீட்டரின் அடிபாகத்தைத் தொடும்படி வைக்கப்பட்டுள்ளன. கலோரி மீட்டரில் கொதிக்கும் தண்ணீர் ஊற்றப்படுகிறது. சிறிது நேரத்திற்கெல்லாம் உலோகத் தண்டுகளில் மெழுகு உருகி, காட்டிகள் கீழே செல்லுகின்றன. வெப்பம் கடத்தும் திறன் அதிகமுள்ள தண்டில் காட்டி அதிக தூரம் சென்றிருப்பதையும், குறைந்த கடத்தும் திறன் உள்ள தண்டில் காட்டி மிகக் குறைந்த தூரம் சென்றிருப்பதையும் காணலாம். ஒவ்வொரு தண்டிலும் காட்டி சென்றிருக்கும் தூரத்தை அளந்தால் வெவ்வேறு உலோகங்களின் வெப்பம் கடத்தும் திறனை ஒப்பிடலாம்.

படம் 56.
டேவி காப்பு விளக்கு

டேவி காப்பு விளக்கு (Davy safety lamp): உலோகங்கள் வெப்பத்தை எளிதில் கடத்தும் தன்மையுடையவை என்பதைக் கவனித்தோம். இத்தன்மை டேவி காப்பு விளக்கில் பயன்படுத்தப்படுகிறது. நிலக்கரிச் சுரங்கங்களில் கரியாவி சுற்றிக்கொண்டிருக்கும். இந்த ஆவி தீப்பற்றி எரியும் குணமுடையது. ஆகையினால் சுரங்கங்களில் வேலை செய்பவர்கள் காப்பில்லாத விளக்கை உபயோகித்து, ஆபத்துக்குள்ளாயினர். இவ்வாபத்தை நீக்குவதற்கு, டேவி (Davy) என்ற விஞ்ஞானி ஒரு

காப்பு விளக்கைக் கண்டுபிடித்தார். இதன் தோற்றத்தைப் படம் 56-ல் காணலாம். விளக்கின் சுவாலையைச் சுற்றித் தாமிரக் கம்பி வலைகள் அமைக்கப்பட்டுள்ளன. இதனுல் சுவாலையின் வெப்பம் உடனுக்குடன் வெளியேற்றப்படுவதால், கரியா விஎரிதலுக்கான உஷ்ணநிலையை (Ignition point) அடைவதில்லை.



படம் 57. தண்ணீரில் ஏற்படும் வெப்பச் சலனம் 1. குடுவை 2. தண்ணீர் 3. புன்ஸன் அடுப்பு 4. தண்ணீர் மேல் செல்லும் குழாய் 5. அகன்ற குழாய் 6. தண்ணீர் கீழ் செல்லும் குழாய்

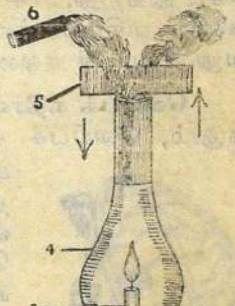
வெப்பச் சலனம் (Convection): பாய்பொருள்களில் (Fluids) வெப்பம் செலுத்துகையும், திடப்பொருள்களில் வெப்பம் செலுத்துகையும் வெவ்வேறு முறைகளில் நடைபெறுகின்றன. திடப்பொருள்களில் லவங்கள் சலனமடைவதில்லை. ஆனுல் ஒரு பாய்பொருளில் வெப்பம் செல்லுகையில் அதன் லவங்கள் அடர்த்தி வித்தியாசத்தினுல் சலனமடைகின்றன. இவ்வாறு அடர்த்தி வித்தியாசத்தினுல் பாய்பொருள்களில் லவங்களின் சலனம் ஏற்பட்டு, வெப்பம் செலுத்தப்படும் முறைக்கு **வெப்பச் சலனம்** எனப் பெயர்.

தண்ணீரில் வெப்பச்சலனம் ஏற்படுவதைக் கீழ்க்கண்ட சோதனை விளக்கும். **சோதனை 44:—** ஒரு கண்ணுடிக் குடுவையைத் தண்ணீரால் நிரப்பி, இரு துவாரமுள்ள அடைப்பானுல் மூடு. அடைப்பானின் வழியாக இரு கண்ணுடிக் குழாய்களைப் படம் 57-ல் காட்டியபடி செருகு. இக்குழாய்களின் மேல் முனைகளைத் தண்ணீருள்ள ஓர் அகன்ற கண்ணுடிக் குழாயினுள் படத்தில் காட்டியபடி

பொருத்து. குடுவையை புன்ஸன் அடுப்பினல் லேசாக உஷ்ணப்படுத்து. மேலேயுள்ள அகன்ற குழாயில் சிறிதளவு அடர்த்தியான பொட்டாசியம் பர்மாங்கனேட்டுக் கரைசலை ஊற்று. இப்பொழுது குடுவையின் அடியிலுள்ள தண்ணீர் உஷ்ண மடைந்து, அடர்த்தி குறைந்து, இடது குழாயின் வழியாக மேலேறும். வலது குழாயின் வழியாகக் குளிர்ந்த தண்ணீர் கீழே இறங்கும். இச்சலனங் களை பர்மாங்கனேட்டுக் கரைசல் புலப்படுத்தும்.

காற்றில் வெப்பச்சலனம் ஏற்படுவதைக் கீழ்க் கண்ட சோதனை விளக்கும்.

சோதனை 45:—ஓர் அகன்ற பீங்கான் தட்டின் மையத்தில் மெழுகுவர்த்தி ஒன்றைச்செங் குத்தாக வை. மெழுகு வர்த்தி யைக் கொளுத்தி, அதன்மீது ஒரு கண்ணாடிச் சிமினியைப் படம் 58-ல் காட்டியபடி வை. சிறிது நேரத்தில் மெழுகு வர்த்தி அணைந்து விடுகிறது. ஒரு காகித அட்டையிலிருந்து T வடிவமுள்ள ஒரு துண்டைக் கத்தரித்து, சிமினியின் மேல் பாகத்தில் படத்தில் காட்டிய படிப் பொருந்த வை. திரும்ப வும் மெழுகுவர்த்தியைக் கொ ளுத்து. இப்பொழுது வர்த்தி அணையாமல் எரியும் ஏனென் ருல் வர்த்தி எரியும் பொழுது, உபயோகப்படுத்திய காற்று வெளிச் செல்வதற்கும், வெளி யிலிருந்து சுத்தக் காற்று உட் செல்வதற்கும் வசதி ஏற்பட் டிருக்கிறது. ஒரு புகையும் தாளை (Smoke paper



படம் 58.
காற்றில் ஏற்படும் வெப் புச் சலனம்
1. பீங்கான் தட்டு
2. தண்ணீர்
3. மெழுகுவர்த்தி
4. கண்ணாடிச் சிமினி
5. T வடிவமுள்ள அட்டை
6. புகைத்தாள்

சிமினியின் மீது வைத்தால், காற்றில் ஏற்படும் இவ் வகைச் சலனம் நனகு புலப்படும்.

வெப்பச் சலனத்தினுல் ஏற்படும் பயன்கள்: நமது வீடுகளில் வெப்பச் சலனத்தைப் பல விதங் களில் பயன் படுத்துகிறோம். அறைகளில் காற் றோட்டிகள் (Ventilators) இருப்பதினுல் அசுத்த மான உஷ்ணக் காற்று வெளிச் சென்று, சுத்த மான குளிர்ந்த காற்று உள்ளே வருகிறது. அடுப்பு களுக்குப் புகை போக்கிகள் (Chimneys) அமைக் கப்படுவதினுல் புகை உள்ளே வாராமல் மேலே செல்லுகிறது. சமுத்திரக் கரையிலுள்ள நகரங் களில் வசிப்பவர்கள் சமுத்திரக் காற்றைப் பெறு வது வெப்பச் சலனத்தின் பயனுகும்.

வெப்பக் கதிர்வீசல் (Radiation): வெப்பம் கடத் தலும், வெப்பச் சலனமும் ஜடப்பொருள்களின் வழியாகத்தான் நடைபெறுகின் றன. ஆனுல் வெப்பக் கதிர் வீசல் நடைபெறுவதற்கு ஜடப் பொருள்கள் (Matter) தேவை யில்லை. வெற்றிடத்தின் (Vacuum) வழியாகவும் வெப்பக் கதிர் வீசல் நடைபெறும். வெய்யில் காலத் தில் வெப்பத்தைக் குறைப்பதற் காக மின்சார விசிறியை உப யோகிக்கிறோம். அதைப் போல வே குளிர் அதிகமாகவுள்ள காலத்தில் வெப்பக் கதிர் வீசும் மின்சாரக்கருவி (Electric radiant heater) ஒன்றை உபயோகிக்கின் றனர். தோற்றத்தில் இது ஒரு மேஜை மின்சார விசிறியை (Table fan) ஒத்திருக்கும். கதிர்வீசலின் மூலம் சூரியனிடத்திலிருந்து ஒளியையும் வெப் பத்தையும் பூமி அடைகிறது.

படம் 59.
வெப்பக் கதிர் வீசும் மின்சாரக் கருவி.

வெப்பக் கதிர் வீசும் சக்தியில் பொருள்களி டையே வித்தியாசங்களுண்டு. ஒரு பொருளின் வெளிப் பரப்பு பளபளப்பாக இருந்தால் அதன் கதிர் வீசும் சக்தி குறைவு. வெளிப்பரப்பு கறுப் பாக இருந்தால் அதன் கதிர் வீசும் சக்தி அதிகம். இதைக் கீழ்க்கண்ட சோதனை விளக்கும்.

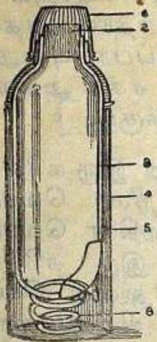
சோதனை 46:—ஒரே மாதிரியான இரு கலோரி மீட்டர்களை எடுத்துக்கொள். ஒன்றின் வெளிப் பரப்பில் கறுப்பு வர்ணம் பூசு. மற்றதின் வெளிப் பரப்பைப் பளபளப்பாகச் செய். இரு கலோரி மீட்டர்களிலும் ஒரே உஷ்ண நிலையிலுள்ள வென் னீரைச் சம அளவில் ஊற்று. சில நிமிஷங்களுக் குப் பிறகு ஒவ்வொன்றிலுமுள்ள தண்ணீரின் உஷ்ண நிலையை அளந்து பார். கறுப்பு வர்ணம் பூசிய கலோரிமீட்டரிலுள்ள தண்ணீர் அதிகக் குளிர்ச்சி அடைந்திருப்பதைக் கவனிக்கலாம்.

குளிர் காலத்தில் கறுப்பு ஆடைகளும், வெய் யில் காலத்தில் வெள்ளை ஆடைகளும் உபயோகிக் கப்படுகின்றன. ஏனென்றால் கறுப்பு ஆடைகள் வெப்பத்தை எளிதில் கிரகிக்கும். வெள்ளை ஆடை கள் வெப்பத்தை அதிகம் கிரகிக்காது. ஒளியைப் பிரதிபலிப்பதுபோல, வெப்பத்தையும் வெள்ளை ஆடைகள் ஓரளவு பிரதிபலிக்கும்.

தெர்மோஸ் பிளாஸ்கு (Thermos flask): உஷ்ண மான பொருளை உஷ்ணமாக வைப்பதற்கும், குளிர்ந்த பொருளைக் குளிர்ச்சியாக வைப்பதற்கும் தெர்மோஸ் பிளாஸ்கு உதவுகிறது. சாதாரண பிளாஸ்கில் திரவங்களைத்தான் வைக்கிறோம். வாயகன்ற பிளாஸ்குகளில் (Food jars) திடப் பொருள்களை வைக்கின்றனர்.

தெர்மோஸ் பிளாஸ்கின் அமைப்பைப் படம் 60-ல் காணலாம். இதன் முக்கிய பாகம் இரு சுவர்

கள் கொண்ட கண்ணுடிப் பாத்திரம். இச்சுவர்களின் மத்தியிலுள்ள காற்றை ஒரு பம்பின் உதவியால் வெளியே எடுத்துவிடுகின்றனர். உட்சுவரின் வெளிப் பரப்பிலும் வெளிச் சுவரின் உள்பரப்பிலும் பாதரசக் கலவை பூசப்பட்டுள்ளது. இக் கண்ணுடிப் பாத்திரம் சிலிண்டர் வடிவமுள்ள ஒரு வெளிப் பெட்டியில் ஒரு சுருள் வில்லின் (Spiral spring) மீது, அல்லது ஒரு தக்கையின் மீது வைக்கப்பட்டிருக்கிறது. பிளாஸ்கின் வாய் பாகம் கெட்டியான ஓர் தக்கையால் மூடப்பட்டிருக்கிறது. பெட்டியின் மேல் பாகம் ஒரு கிண்ணத்தினுல் திருகி மூடப்பட்டிருக்கிறது.



படம் 60.
தெர்மோஸ்பிளாஸ்கு
1. கிண்ணம்
2. தக்கை
3. கண்ணுடிப் பாத்திரத்தின் உட்சுவர்
4. கண்ணுடிப் பாத்திரத்தின் வெளிச்சுவர்
5. வெளிப் பெட்டி
6. சுருள் வில்

பிளாஸ்கில் சூடான பானம் வைத்திருந்தால் சுமார் 24 மணி நேரம் வரையில் பானம் சூடாகவே இருக்கும். பாதரசக் கலவை பளபளப்பாக இருப்பதினுல் வெப்பக் கதிர் வீசலைக் குறைக்கிறது. வெற்றிடம் வெப்பம் கடத்தலைத் தடுக்கிறது. பிளாஸ்கின் வாய் தக்கையால் மூடப்படுவதால் வெப்பச் சலனமும் தடுக்கப்படுகிறது. எனவே சூடானபானம் சூடாகவே இருக்கும். அதைப்போல குளிர்ச்சியான பானம் குளிர்ச்சியாகவே இருக்கும்.

கேள்விகள்

1. திடப்பொருள்களில் வெப்பம் கடத்தல் எவ்வாறு நடைபெறுகிறது?
2. பாய் பொருள்களில் வெப்பச் சலனம் எவ்வாறு நடைபெறுகிறது?

3. ஓர் உலோகத்திற்கும், மரத்திற்கும் வெப்பம் கடத்தும் தன்மையில் உள்ள வேற்றுமையை விளக்கும் சோதனையைக் கூறு.

4. வெவ்வேறு உலோகங்களுக்கு வெவ்வேறு வெப்பம் கடத்தும் திறன் உண்டு என்பதை நிரூபிக்க ஒரு சோதனையை விவரி.

5. தண்ணீர் ஓர் அரிதில் வெப்பம் கடத்தி என்பதை எவ்வாறு நிரூபிப்பாய்?

6. ஓர் திரவத்தில் ஏற்படும் வெப்பச் சலனத்தை விளக்க உபயோகிக்கப்படும் உபகரணத்தின் படம் வரை. அப்படத்தில் வெப்பச் சலனத்தின் திசையைக் குறி.

7. வாயுக்களில் வெப்பச்சலனம் ஏற்படுவதை எவ்வாறு நிரூபிப்பாய்?

8. தெர்மோஸ் பிளாஸ்கு ஒன்றின் படம் வரை.

9. ஒரு தெர்மோஸ் பிலாஸ்கிலுள்ள சூடான திரவம் வெப்பம் குறையாமலிருப்பதற்கான சாதனங்கள் யாவை?

10. வெப்பக்கதிர் வீசல் நடைபெறுவதற்கு ஜடப் பொருள் அவசியமா?

11. வெப்பக்கதிர் வீசும் தன்மையில் கறுப்புப் பரப்பிற்கும், வெண்மைப் பரப்பிற்கும் உள்ள வித்தியாசம் என்ன? இது எவ்வாறு வாழ்க்கையில் பயன்படுத்தப்படுகிறது?

அத்தியாயம் 13

நீராவி எஞ்சின்—உள்ளிட தகன எஞ்சின்

உஷ்ண சக்தியை எந்திர சக்தியாக மாற்றி உபயோகிக்கும் முக்கிய கருவி நீராவி எஞ்சினுகும். நீராவி எஞ்சின்கள் பல விதங்களில் பயன்படுத்தப் படுகின்றன. ரயில் வண்டிகளும், கப்பல்களும் நீராவி எஞ்சின் உதவியால் செலுத்தப்படு கின்றன. பெரிய தொழிற்சாலைகளில் நீராவி எஞ் சினுல் எந்திரங்கள் இயக்கப்படுகின்றன. நீர் வீழ்ச்சிகள் அல்லது நீர்த் தேக்கங்கள் இல்லாத பிரதேசங்களில் மின்சார உற்பத்திக்கு நீராவி எஞ்சினைத்தான் உபயோகிக்கிறுர்கள்.

நீராவி எஞ்சினின் வரலாறு:—கி. மு. 120 ஆம் ஆண்டில் ஹீரோ (Hero) என்பவர் அலெக்ஸான்டிரியாவில் முதன் முதலாக ஒரு நீராவி எஞ்சினை அமைத்தார். அதில் ஒரு குடுவையிலிருந்து சிறு துவாரங்களின் வழியாக வெளிவரும் நீராவி, அக் குடுவையைச் சுழலவைத்தது. இக்கருவி ஒரு விளையாட்டுப் பொருளாகக் கருதப்பட்டதே தவிர, யாதொரு விதத்திலும் பயன்படுத்தப்படவில்லை. பிறகு பதினேழு நூற்றுண்டுகள் வரையில் ஒருவரும் நீராவி எஞ்சினைப்பற்றி ஆராய்ச்சி செய்யவில்லை.

1629-ஆம் ஆண்டில் பிராங்கா (Branca) என்ற இதாலியர் நீராவியால் செலுத்தப்பட்ட, ஒருவகை நீருருளைபோன்ற கருவியை வர்ணித்துள்ளார். 1663-ஆம் ஆண்டில் இங்கிலாந்தில் ஓர் எஞ்சின் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. இக்கருவியைக் கொண்டு சுரங்கங்களின் அடியிலுள்ள தண்ணீரை வெளியேற்றினர். 1680-ஆம் ஆண்டில் முதன் முதலாக ஒரு ரட்சை வால்வு (Safety valve) கண்டுபிடிக்கப் பட்டது. 1705-ஆம் ஆண்டில் **நியுகாமன்** (Newcomen) என்பவர் அதற்கு முன் நிர்மாணிக்கப்பட்ட நீராவி எஞ்சின்களைவிட மேலானதோர் எஞ்சினை நிர்மாணித்தார்.

பதினெட்டாம் நூற்றாண்டின் பிற்பகுதியில் வாட் (Watt) என்பவர் வால்வு ஒன்றை உபயோகித்து, தானுகவே வேலைசெய்யும் நீராவி எஞ்சினை அமைத்தார். அவருடைய எஞ்சினில் ஒரு சிலிண்டரில் வைக்கப்பட்ட பிஸ்டன் நீராவியின் அழுத்தத்தினுல் இரு பக்கங்களிலும் இயக்கப்பட்டது. தற்காலத்தில் உபயோகிக்கப்படும் நீராவி எஞ்சின்கள் பெரும்பாலும் வாட் எஞ்சினைப் போன்ற அமைப்புடையவை. அவ்வகை அமைப்பை இன்றைக்கும் ரயில் வண்டிகளை இழுக்கும் எஞ்சினில் காணலாம். ஆனுல், நீராவிக் கப்பல்களில் நீராவி டர்பைன்கள் (Steam Turbines) உபயோகிக்கப்படுகின்றன.

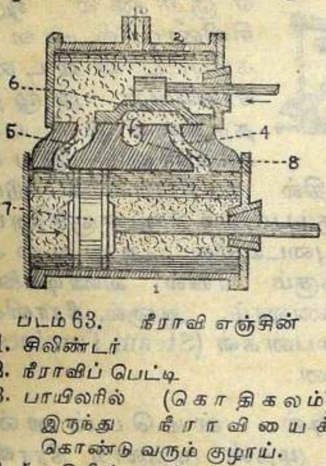
படம் 61. ஜேம்ஸ் வாட்

1814 ஆம் ஆண்டில் ஸ்டீபென்ஸன் (Stephenson) என்பவர் முதன் முதலாக நீராவி எஞ்சினைக் கொண்டு நிலக்கரி ஏற்றிய ரயில் வண்டிகளை மணிக்கு நான்கு மைல் வேகத்தில் செலுத்தினுர். அவருடைய பிரசித்திபெற்ற ரயில் எஞ்சினுக்கு 'ராக்கெட்டு' (Rocket) என்ற பெயர் அளிக்கப்பட்டது. 1825 ஆம் ஆண்டில் முதன் முதலாக இங்கிலாந்தில் பிரயாணிகள் ஓர் ரயில் வண்டியில்

படம் 62. ஜார்ஜ் ஸ்டீபென்ஸன்

மணிக்குப் பதினைந்து மைல் வேகத்தில் கொண்டு செல்லப்பட்டனர். தற்காலத்தில் ரயில் வண்டிகள் சாதாரணமாக மணிக்கு 60 மைல் வேகத்தில் செல்கின்றன.

நீராவி எஞ்சினின் பாகங்கள்: அதிகமாக வழக்கத்தில் இருந்துவரும் '**நழுவு வால்வ்**' என்ற அமைப்புள்ள நீராவி எஞ்சினின் பாகங்களைப் படம் 63-ல் பார்க்கலாம். ஒரு சிலிண்டரில் கெட்டியான பிஸ்டன் வைக்கப்பட்டிருக்கிறது. பிஸ்டனும் அதன் தண்டும் சிலிண்டரின் ஒரு பக்கத்திலிருந்து மற்றொரு பக்கத்திற்கு எளிதில் செல்ல முடியும். கொதிகலத்திலிருந்து நீராவி ஒரு குழாயின் வழியாக நீராவிப் பெட்டிக்குக் கொண்டுவரப்படுகிறது. நீராவிப் பெட்டியும், சிலிண்டரும் இரு குழாய்களால் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. நழுவு வால்வு நீராவிப்பெட்டியில் முன்னுக்கும், பின்னுக்கும் செல்லும்படி அமைக்கப்பட்டிருக்கிறது. வால்வின் கீழே நீராவி வெளியேறுவதற்கு மற்றொரு குழாய் இணைக்கப்பட்டிருக்கிறது.

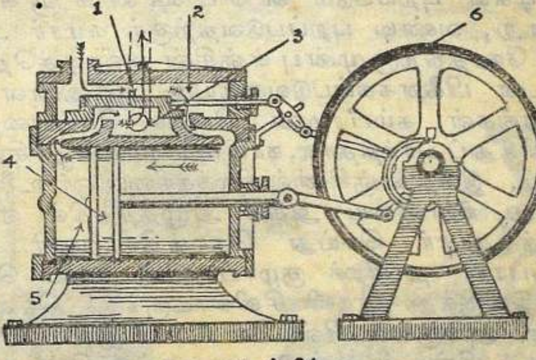


படம் 63. நீராவி எஞ்சின்

1. சிலிண்டர்
2. நீராவிப் பெட்டி
3. பாயிலரில் (கொதிகலம்) இருந்து நீராவியைக் கொண்டு வரும் குழாய்.
4, 5. சிலிண்டருக்கும் நீராவிப் பெட்டிக்கும் இடையிலுள்ள குழாய்கள்.
6. நழுவு வால்வு (ஸ்லைடு வால்வ்)
7. பிஸ்டன்
8. வெளியேற்றுக் குழாய்

நீராவி எஞ்சின் வேலை செய்யும் விதம்: வால்வு படத்தில் காட்டியபடி இருக்கும் பொழுது ஒரு இணை குழாயின் வழியாக நீராவி சிலிண்டரின்

இடது பாகத்தை அடைந்து, பிஸ்டனை வலது பக்கம் தள்ளுகிறது. பிறகு, வால்வு முன் செல்வதால் அந்த இணைகுழாய் மூடப்பட்டு, மற்றொரு இணைகுழாயின் வழியாக சிலிண்டரின் வலது பாகத்திற்கு நீராவி வருகிறது. இப்பொழுது பிஸ்டன் இடது பக்கம் தள்ளப்படுகிறது. பிஸ்டன் அசையும் பொழுது சிலிண்டரில் எதிர் பக்கமுள்ள நீராவி வெளியேற்றும் குழாய் வழியாக வெளிச் செல்கிறது. நீராவியின் அழுத்தத்திற்குத் தகுந்தபடி, விசையுடன் பிஸ்டன் வலது பக்கமும், இடது பக்கமும், மாறிமாறிச் செலுத்தப்படுகின்றது.



படம் 64.

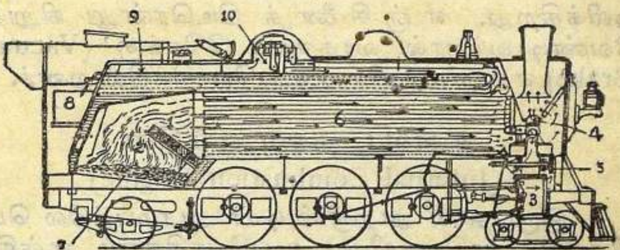
நீராவி எஞ்சினும் சம இயக்கச் சக்கரமும்

1. நழுவு வால்வு
2. நீராவிப் பெட்டி
3. வெளியேற்றுக் குழாய்
4. பிஸ்டன்
5. சிலிண்டர்
6. சம இயக்கச் சக்கரம்

பிஸ்டன் அசையும்பொழுது, அதன் தண்டுடன் பிணைக்கப்பட்ட மாற்றச்சு (Crank) சுழலுகிறது. இதன் விளைவாக மாற்றச்சுடன் சேர்ந்த ஒரு பளுவான சம இயக்கச் சக்கரம் (Flywheel)

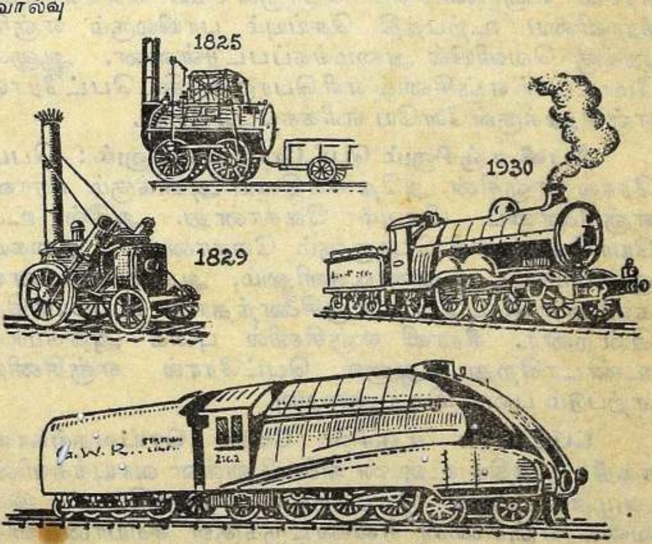
சுழல ஆரம்பிக்கிறது. சக்கரத்தின் அச்சு, பிணைப்புகளால் நழுவு வால்வுடன் சேர்க்கப்பட்டிருக்கிறது. எனவே, பிஸ்டன் வேலை செய்யும் பொழுது சக்கரமும் விரைவாகச் சுழலும். நீராவியின் அழுத்தம் எவ்வளவுக்கெவ்வளவு அதிகமாகிறதோ, அவ்வளவுக்கவ்வளவு சக்கரம் வேகமாகச் சுழலுகிறது. இதனால் ஏற்படும் சக்தியைக் கொண்டு பலவகை எந்திரங்களை இயங்கச் செய்யலாம்.

ரயில்வண்டி எஞ்சின் (Locomotive):—ரயில் வண்டிகள் புறப்படும் ஸ்டேஷன்களுக்குச் சென்று, வண்டி புறப்படுவதற்குச் சுமார் அரை மணி நேரத்திற்கு முன்பு எஞ்சின் வண்டித்தொடர்களுடன் பிணைக்கப்படுவதையும், அதிலுள்ள பல எந்திரங்கள் கம்பீரமாக வேலை செய்வதையும் கவனித்துப் பார்த்தால், நாம் மிகவும் மகிழ்ச்சியடைவோம். இந்த எஞ்சினில் நிலக்கரியை ஓர் உலையில் எரித்து, நீராவியை அதிக அழுத்தத்தில் ஏராளமாகத் தயார் செய்து கொள்கின்றனர். பளபளப்பான தாமிரக் குழாய்களின் மூலம் கொதிகலத்திலிருந்து நீராவி சிலிண்டருக்குச் செல்லுகிறது. அங்குள்ள பிஸ்டனை நீராவி இயங்கச் செய்கிறது. பிஸ்டன் தண்டு ஒரு மாற்றச்சின் உதவியால் ஓர் சம இயக்கச் சக்கரத்தைச் சுழலவைக்கிறது. இத்துடன் சேர்ந்த எந்திரத் தண்டு (Shaft) அடியிலுள்ள சக்கரங்களைச் சுழலும்படிச் செய்கிறது. இதனால் எஞ்சின் தண்டவாளத்தில் ஓடுகிறது. உலையிலிருந்து வெளிவரும் கரிப்புகை ஒரு புனலின் மூலம் வெளிச் செல்லுகிறது. நீராவியின் அழுத்தத்தை அளப்பதற்காக ஓர் அழுத்தமானி (Pressure gauge) உள்ளது. அழுத்தம் தேவைக்கு மீறினால் ஒரு ரட்சை வால்வை உபயோகித்து அழுத்தத்தைச் சரிபடுத்துகின்றனர். நீராவியில் ஒரு பகுதி



படம் 65. ரயில் வண்டி எஞ்சின்

1. செங்கல் சுவர் 2. நிலக்கரி அடுப்பு 3. சிலிண்டர் 4. வெளியேற்றுக் குழாய் 5. பிஸ்டன் வால்வு 6. காற்றுக் குழாய்கள் 7. இரும்பு சல்லடை 8. தொண்டை வால்வின் நெம்புகோல் 9. தொண்டை வால்வின் தண்டு 10. தொண்டை வால்வு



படம் 66. ரயில் வண்டியின் வளர்ச்சி

யானது தொண்டை வால்வின் (Throttle Valve) மூலம் வெளிச் செல்லும் பொழுது எஞ்சின் ஊதல்

ஒலிக்கிறது. எஞ்சினைத் திடீரென்று நிறுத்த வேண்டி வந்தால் 'வாக்குவம் பிரேக்கு' (Vacuum-Brake) என்ற கருவியை உபயோகிக்கின்றனர்.

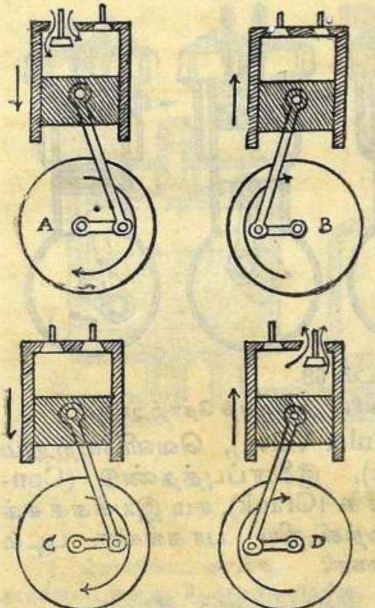
உள்ளிட தகன எஞ்சின்
(Internal Combustion Engine)

இருபதாம் நூற்றாண்டின் ஆரம்பத்தில் பெட்ரோலை (காஸொலின்) உபயோகிக்கும் எஞ்சின்களால் இயக்கப்பட்ட மோட்டார் வண்டிகளை ஜனங்கள் உபயோகிக்கலாயினர். மோட்டார் வண்டிகளில் உபயோகிக்கும் எஞ்சினுக்கு உள்ளிட தகன எஞ்சின் என்ற பெயர் வழங்கப்பட்டது. நீராவி எஞ்சினில் எரி பொருளாகிய நிலக்கரியும், நீராவியை உற்பத்தி செய்யும் பாயிலரும் எஞ்சினுக்கு வெளியில் அமைக்கப்பட்டுள்ளன. ஆனல் மோட்டார் எஞ்சினில் எரி பொருளாகிய பெட்ரோல் எஞ்சினுக்குள்ளேயே எரிக்கப்படுகிறது.

நீராவி எஞ்சினும் பெட்ரோல் எஞ்சினும்: பெட்ரோல் எஞ்சின் அதே சக்தியை அளிக்கும் நீராவி எஞ்சினைவிட மிகவும் லேசானது. அதில் உபயோகிக்கும் எரி பொருளும் லேசானது. ஆகையினல் மோட்டார் வண்டிகளிலும், ஆகாய விமானங்களிலும் பெட்ரோல் எஞ்சினைத்தான் உபயோகிக்கின்றனர். நீராவி எஞ்சினில் புகை அதிகமாக உண்டாகிறது. ஆனல் பெட்ரோல் எஞ்சினில் ஏற்படும் புகை மிகக் குறைவு.

பெட்ரோல் எஞ்சின் வேலை செய்வதற்கான சக்தி: அதிக உஷ்ண நிலையிலுள்ள வாயுக்களின் அழுத்தத்தினல் இந்த சக்தி ஏற்படுகிறது. இவ்வகை எஞ்சினின் சிலிண்டருக்குள் சரியான விகிதத்தில் பெட்ரோல் ஆவியும், காற்றும் கலக்கப்பட்டு, மின்சாரப் பொறிகளினல் (Electric sparks) இக்கலவை வெடிக்கப்படுகிறது (Exploded). வெடித்

தல் ஏற்பட்ட பிறகு ஏராளமான உஷ்ணம் உண்டாகிறது. இவ்வுஷ்ணத்தினால் சிலிண்டரில் உள்ள வாயுக்கள் அதிக அழுத்தத்தைப் பெறுகின்றன. இவ்வழுத்தம் சிலிண்டரிலுள்ள பிஸ்டனைத் தாக்கி, அதை சிலிண்டரில் அசையச் செய்கிறது.



படம் 67. உள்ளிட தகன எஞ்சின் பிஸ்டனின் நான்கு அசைவுகள்

A. பிஸ்டன் கீழ்நோக்கி அசைகிறது (Suction or intake stroke).

B. பிஸ்டன் மேல் நோக்கி அசைகிறது (Compression stroke).

C. பிஸ்டன் கீழ் நோக்கி அசைகிறது (Combustion or power stroke).

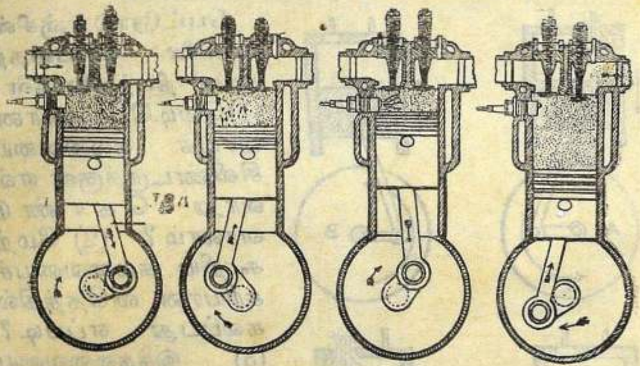
D. பிஸ்டன் மேல் நோக்கி அசைகிறது (Exhaust stroke).

பெட்ரோல் எஞ்சின் வேலை செய்வதற்கான நிபந்தனைகள் : (1) வெடிபொருளான வாயுக் கலவையை சிலிண்டருக்குள் எவ்வாறு கொண்டு வரலாம்? (2) மேற்கூறிய கலவையைச் சரியான விகிதத்தில் கலப்பது எப்படி? (3) இக்கலவையை எப்படி எரிய வைப்பது? (வெடிக்கச் செய்வது) (4) உஷ்ணமடைந்த வாயுக்கள் அவற்றின் வேலையைச் செய்த பிறகு எவ்வாறு சிலிண்டரிலிருந்து அகற்றப்படுகின்றன?

இக்கேள்விகளுக்குச் சரியான விடைகளை அளிக்கவேண்டுமானால், உள்ளிட தகன எஞ்சினின் பாகங்களையும், அவை ஒவ்வொன்றும் தத்தம் வேலை

களை எப்படிச் செய்கின்றன என்பதையும் பரி சோதித்தறிய வேண்டும்.

பெட்ரோல் எஞ்சின் பாகங்கள்: இவற்றில் முக்கியமானவை—சிலிண்டர், பிஸ்டன், உட்



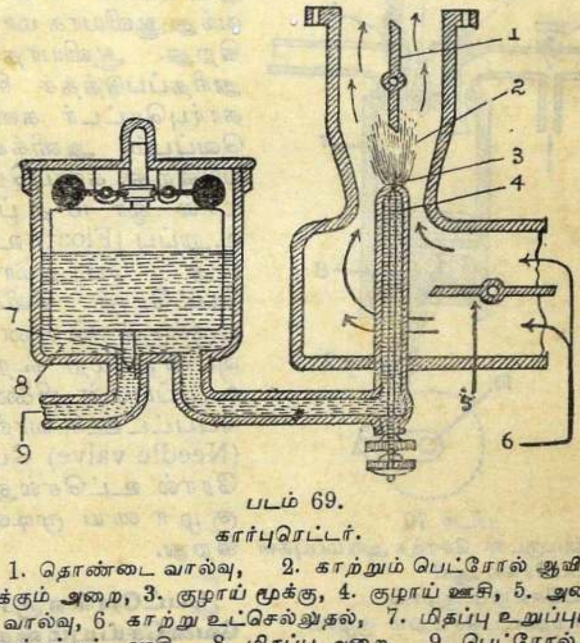
படம் 68.

உள்ளிட தகன எஞ்சினின் அசைவுத் தோற்றங்கள்

செலுத்தும் வால்வு (Inlet Valve), வெளியேற்றும் வால்வு (Exhaust Valve), இணைப்புத்தண்டு (Connecting Rod), மாற்றச்சு (Crank), சம இயக்கச் சக்கரம் (Flywheel). மேற்கூறிய பாகங்கள் படம் 67-ல் காட்டப்பட்டுள்ளன.

பிஸ்டன் சிலிண்டரில் மேலும் கீழும் அசையும் பொழுது அதன் இணைப்புத் தண்டானது மாற்றச்சைச் சுழலச் செய்கிறது. சிலிண்டருக்கும், பிஸ்டனுக்கும் இடையே ஏற்படும் உராய்வைக் குறைப்பதற்கும், வாயுப் பொருள்கள் தப்பிச் செல்லாமல் இருப்பதற்கும் உயவு எண்ணெய்களை (Lubricating oils) சரியான முறையில் உபயோகிக்க வேண்டும். இரு வால்வுகளும் கெட்டியான வில்களின் (Springs) உதவியால் மூடித்திறக்கப்படுகின்றன.

கார்புரெட்டர்: பெட்ரோலை ஆவியாக்கி, சரியான விகிதத்தில் காற்றுடன் கலந்து, சிலிண்டருக்குள் அனுப்பும் கருவிக்குக் கார்புரெட்டர் (Carburetor) என்று பெயர்

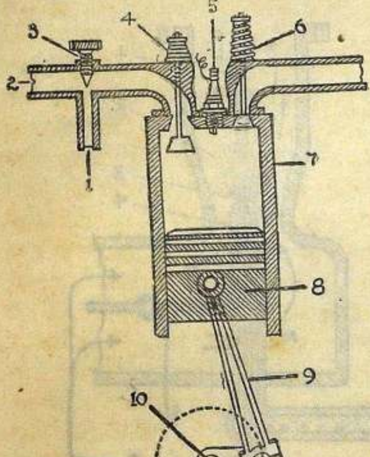


படம் 69.
கார்புரெட்டர்.

1. தொண்டை வால்வு, 2. காற்றும் பெட்ரோல் ஆவியும் கலக்கும் அறை, 3. குழாய் மூக்கு, 4. குழாய் ஊசி, 5. அடைக்கும் வால்வு, 6. காற்று உட்செல்லுதல், 7. மிதப்பு உறுப்புடன் பிணைக்கப்பட்ட ஊசி, 8. மிதப்பு அறை, 9. பெட்ரோல் உட்செல்லும் குழாய்

அதன் பாகங்கள் படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளன. வெளிக்காற்று ஒரு குழாயின் வழியாக எஞ்சினுக்குள் செல்லுகிறது. இவ்விடத்தில் பெட்ரோல் வைக்கப்படும் அறையிலிருந்து மற்றொரு குழாய் வந்து சேருகிறது. சிலிண்டரிலுள்ள பிஸ்டன் கீழ்நோக்கி அசையும் பொழுது, சிலிண்டரில் அழுத்தம் குறைந்து வெளியழுத்தம் காற்றை

சிலிண்டருக்குள் செலுத்துகிறது. அதைப்போலவே வெளியழுத்தம் பெட்ரோலையும் ஒரு குழாய் மூக்கின் (Nozzle) சிறிய துவாரத்தின் வழியாக உட்செலுத்துகிறது. இந்த துவாரத்திலிருந்து பெட்ரோல் சிறு துளிகளாக வெளிவந்து ஆவியாக மாறுகிறது. ஆவியாதலை துரிதப்படுத்தச் சில கார்புரெட்டர் களில் வெப்பம் அளிக்கப் படுகிறது. கார்புரெட்டரில் ஓர் மிதப்பு உறுப்பு (Float) உள்ளது. போதுமான பெட்ரோல் சிலிண்டருக்குள் சென்றவுடன், மேற் கூறிய உறுப்புடன் பிணைக்கப்பட்ட ஊசி வால்வு (Needle valve) பெட்ரோல் உட்செல்லும் குழாயை மூடிவிடுகிறது.



படம் 70

சிலிண்டருடன் சேர்ந்த அமைப்புகள்

1. பெட்ரோல் ஆவி உட்செல்லும் குழாய்
2. காற்று உட்செல்லும் குழாய்
3. கலவை வால்வு
4. கலவையை சிலிண்டருக்குள் செல்லும் வால்வு.
5. மின்பொறி விளக்கு (spark plug)
6. சிலிண்டரிலிருந்து வெளியேற்று வால்வு
7. சிலிண்டர்
8. பிஸ்டன்
9. இணைப்புத் தண்டு
10. மாற்றச்சு

பெட்ரோல் எஞ்சின் வேலைசெய்யும் விதம்: இந்த எஞ்சினுக்கு 'நான்கு சைகிள் எஞ்சின்' (Four cycle engine) எனப்பெயர். ஏனென்றால், இதில் ஒரு சுழற்சி பூர்த்தியடைவதற்குப் பிஸ்டன் நான்கு தடவை

கள் இயக்கப்படுகிறது. பிஸ்டன் ஒரு தடவை அசைவது ஒரு 'ஸ்டிரோக்' (Stroke) எனப்படும். முதல் அசைவின் பொழுது பிஸ்டன் சிலிண்டரின் மேலிருந்து கீழ்நோக்கிச் செல்லுகிறது. இப்பொழுது உட்செலுத்தும் வால்வு திறக்கப்பட்டு, பெட்ரோல் ஆவியும் காற்றும் சேர்ந்த கலவை கார்புரெட்டரிலிருந்து சிலிண்டரை அடைகிறது. (இது Suction or intake stroke எனப்படும்.) இரண்டாவது அசைவில் பிஸ்டன் சிலிண்டரில் மேல் நோக்கிச் சென்று வாயுக் கலவையை அழுத்துகிறது. (இது Compression stroke எனப்படும்.) மூன்ருவது அசைவின் ஆரம்பத்தில் பாட்டரியிலிருந்து கிடைக்கப்பெறும் மின் பொறிகளால் வாயுக் கலவை வெடிக்கப்படுகிறது. இப்பொழுது பிஸ்டன் கீழ் நோக்கி விசையுடன் செலுத்தப்படுகிறது (இது Combustion or power stroke எனப்படும்.) நான்காவது அசைவின் பொழுது பிஸ்டன் மீண்டும் மேலே சென்று சிலிண்டரில் உள்ள வாயுக்களை வெளியேற்று வால்வு வழியாக வெளியே அனுப்புகிறது. (இது Exhaust stroke எனப்படும்.)

நான்கு அசைவுகளில் ஒரு தடவைதான் பிஸ்டன் சக்தியைப் பெறுகிறது. மற்ற அசைவுகளின் பொழுது பிஸ்டனை அசைய வைப்பதற்காக பிஸ்டன் தண்டானது ஒரு மாற்றச்சின் உதவியால் ஒரு பளுவான சம இயக்கச் சக்கரத்துடன் பிணைக்கப்பட்டுள்ளது. இந்தச் சக்கரம் சுழன்றுகொண்டேயிருப்பதால் பிஸ்டனின் அசைவு தடைபடாமல் நடக்கிறது. ஒரே சிலிண்டருள்ள எஞ்சினுக இருந்தால், இயக்கச் சக்கரம் இரண்டு தடவை சுழலும் நேரத்தில் ஒரு சக்தி அசைவு (Power stroke) தான் ஏற்படுகிறது. இரண்டு சிலிண்டர்கள் மாறி மாறி வேலை செய்யும்படி வைக்கப்பட்டால் சக்கரம் ஒவ்வொரு தடவை சுழலுகையில் ஒரு சக்தி அசைவு ஏற்பட

கிறது. இதைப்போலவே நான்கு, ஆறு, எட்டு, சிலிண்டர்கள் கொண்ட எஞ்சின்களை உபயோகித்தால், சக்கரம் ஒரு தடவை சுழலுவதற்கு முறையே இரண்டு, மூன்று, நான்கு சக்தி அசைவுகளைப் பெறுகிறது. ஆறு, எட்டு சிலிண்டர்கள் உடைய எஞ்சின்கள் மிகத் திறமையுடனும், சப்தமில்லாமலும் வேலை செய்கின்றன.

படம் 71. டெய்ம்லர்

எஞ்சின் வேலை செய்யும் பொழுது சிலிண்டரிலுள்ள வாயுக்கள் சுமார் 2500°F (1370°C) உஷ்ண நிலையை அடைகின்றன. இவ்வுஷ்ணம் தணிக்கப்படாவிட்டால் அது உயவு எண்ணெயை நாசமாக்குவதுமல்லாமல் சிலிண்டருக்கே கெடுதலை விளைவிக்கும். ஆகையினால் ரேடியேட்டர் (Radiator) என்ற கருவியில் தண்ணீரை ஊற்றி, குழாய்களின் மூலம் சுற்றவைத்து, சிலிண்டர்களைக் குளிரச்செய்கின்றனர்.

பெட்ரோல் எஞ்சின் டெய்ம்லர் (Daimler) என்பவரால் 1883 ஆம் ஆண்டில் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது.

கேள்விகள்

1. நீராவி எஞ்சினுக்கும், உள்ளிட தகன எஞ்சினுக்கும் உள்ள முக்கிய வித்தியாசங்கள் யாவை?

2. ஓர் நீராவி எஞ்சினில் நழுவு வால்வின் உபயோகத்தை விளக்கப் படம் வரை.

3. நீராவி எஞ்சினிலும், உள்ளிட தகன எஞ்சினிலும் பிஸ்டனை ஓர் சம இயக்கச் சக்கரத்துடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. இதன் நோக்கம் என்ன?
4. உள்ளிட தகன எஞ்சினில் பிஸ்டனின் நான்கு அசைவுகளை விளக்கும் படத்தை வரை.
5. உள்ளிடதகன எஞ்சினில் (a) எஞ்சினுக்கு உயவிடுதல், (b) எஞ்சினைக் குளிர்ச்சி செய்தல் இவற்றைப்பற்றிச் சிறு குறிப்பு எழுது.
6. உள்ளிட தகன எஞ்சினில் பாட்டரி எவ்வாறு பயன்படுகிறது?

அத்தியாயம் 14

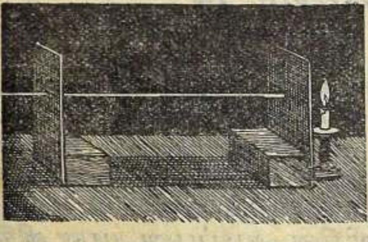
ஒளி

ஒளி என்பது இயற்கை சக்திகளில் ஒன்று. இதனுதவியால்தான் நாம் பொருள்களைப் பார்க்க முடிகிறது. ஒளியின் தன்மையைப்பற்றி முதன் முதலில் எகிப்து (Egypt) தேசத்து பூர்வீக மக்கள் ஆராய்ச்சி செய்தனர். பிளேட்டோ (Plato) என்ற கிரேக்க விஞ்ஞானி ஒளியின் அடிப்படையான விதிகளைக் கண்டறிந்தார். ஆர்க்கிமெடீஸ் (Archimedes) என்ற மற்றொரு கிரேக்க விஞ்ஞானி, தம் நாட்டை எதிரிகள் தாக்கிய காலத்தில், பெரிய ஆடிகளைக் கொண்டு, சூரிய கிரணங்களின் உதவியால் எதிரிகளுடைய கப்பல்களை எரியச் செய்தார். கலீலியோ (Galileo) என்ற இத்தாலிய விஞ்ஞானி 'டெலிஸ்கோப்பு' என்ற தூரதிருஷ்டிக் கண்ணாடியைக் கண்டுபிடித்தார். நியூட்டன் (Newton) என்ற ஆங்கில விஞ்ஞானி சூரிய ஒளியில் ஏழு நிறங்களுள்ள ஒளிக்கதிர்கள் அடங்கியுள்ளன என்பதை நிரூபித்தார்.

ஒளி விஷயத்தில், பொருள்களை ஒளிர் (Luminous) பொருள்கள், ஒளிரா (Non-luminous) பொருள்கள் என்று இருவகைகளாகப் பிரிக்கலாம். சூரியன், நக்ஷத்திரங்கள், விளக்குகள் இவையெல்லாம் சுயம்பிரகாச முள்ளவை (Self-luminous). சாதாரணமாக, ஒளிதரும் பொருள்கள் அதிக உஷ்ண நிலையிலிருக்கும்.

ஒளியின் நேர்க்கோட்டு வியாபனம் (Rectilinear propagation of light) : ஒளி செல்லும் பாதைக்குக் கதிர் அல்லது கிரணம் (Ray) என்று பெயர். ஒளிக் கதிர்கள் நேர்க்கோட்டில் செல்வதைக் கீழ்க்கண்ட சோதனை விளக்கும்.

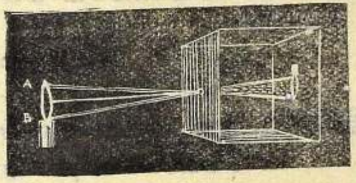
சோதனை 47 :—மேஜையின் மீது ஓர் மெழுகு வர்த்தியை ஏற்றி வை. ஒரு காகித அட்டையின் மையத்தில் ஒரு சிறிய துவாரம் செய்து, மெழுகு வர்த்தியிலிருந்து சுமார் ஒரு அடி தூரத்தில் வை. அதேமாதிரி மற்றொரு அட்டையிலும் துவாரம் செய்து,



படம் 72. ஒளியின் நேர்க்கோட்டு வியாபனம்

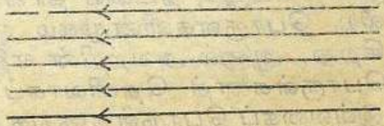
முதல் அட்டையிலிருந்து சுமார் நான்கு அடி தூரத்தில் வை. மெழுகு வர்த்தியின் சுவாலையும் இரு துவாரங்களும் ஒரே நேர்கோட்டில் இருக்கும்படி அவைகளைப் பொருத்து. இப்பொழுது இரண்டாவது அட்டையிலுள்ள துவாரத்தின் வழியாகப் பார்த்தால் சுவாலை தெரியும். முதல் அட்டையைச் சிறிது நகர்த்து. இப்பொழுது சுவாலை மறைந்துவிடும். இதற்குக் காரணம் ஒளிக்கதிர்கள் நேர்க்கோட்டில் வியாபனம் செய்வதாகும். இந்தத்

தத்துவத்தை உபயோகித்து ஊசித்துவார-காமிரா (Pinhole Camera) என்ற கருவி அமைக்கப்பட்டுள்ளது. இதே காரணத்தால்தான் நிழல்களும் ஏற்படுகின்றன.

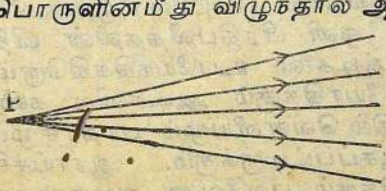


படம் 73. ஊசித்துவார காமிரா

ஒளிக்கற்றைகளின் வகைகள்: பல கதிர்கள் ஒன்று சேர்ந்தால் அதற்கு ஒளிக்கற்றை (Beam) என்று பெயர். மூவகையான ஒளிக்கற்றைகள் உள்ளன. எல்லாக் கதிர்களும் ஒரு போக்காகச் சென்றால் அதற்கு **ஒரு போக்குக் கற்றை** (Parallel Beam) என்றும், கதிர்கள் விரிந்து சென்றால் அதற்கு **விரியும் கற்றை** (Divergent Beam) என்றும், கதிர்கள் ஒன்று கூடினால் அதற்கு **ஒருங்குக் கற்றை** (Convergent Beam) என்றும் பெயர்.

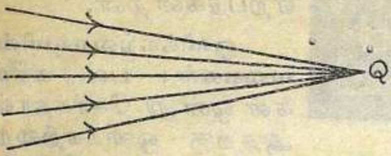

படம் 74. ஒரு போக்குக் கற்றை

ஒளியும் ஊடகங்களும்: ஒளிக் கதிர்கள் ஒரு பொருளின்மீது விழுந்தால் அவை பலவிதங்களில் மாறுதல் அடைகின்றன. ஒரு பகுதி வந்த ஊடகத்தில் (Medium) திரும்பிச் செல்லுகிறது. இம்முறைக்குப் **பிரதிபலித்தல்** (Reflection) என்று பெயர். மற்றப் பகுதி பொருளினால் உட்கிரகிக்கப்படலாம். இவ்வகைப் பொருள்களுக்கு **ஒளிபுகா** (Opaque)



படம் 75. விரியும் கற்றை

பொருள்கள் எனப் பெயர். மரம், சுவர், கல் முதலியன உதாரணங்களாகும். சில பொருள்களின் வழியாக ஒளி உட்கிரகிக்கப்படாமல் செலுத்தப்படுகிறது. இவ்வகைப் பொருள்களுக்கு ஒளிபுகும் (Transparent) பொருள்கள் எனப் பெயர். உதாரணம் — தண்ணீர், நிறமற்ற கண்ணாடி முதலியன. தேய்ப்புக் கண்ணாடி (Ground-glass), மெழுகு தடவிய தாள் (Waxed paper) முதலிய பொருள்களின்மூலம் ஓரளவு ஒளி செல்லுகிறது. ஆனால் அவற்றின் எதிர் பக்கத்தில் உள்ள பொருள்களைத் தெளிவாகப் பார்க்க முடியாது. இவ்வகைப் பொருள்களுக்கு ஒளிகசியும் (Translucent) பொருள்கள் எனப்பெயர்.



படம் 76. ஒருங்குக் கற்றை

வெள்ளையடித்த சுவர், வெள்ளைக் காகிதம் இவைகள் ஒழுங்கற்ற (Irregular) முறையில் ஒளிக் கதிர்களைப் பிரதிபலிக்கும். முகம் பார்க்கும் ஆடி, பளபளப்பான உலோகத் தகடுகள் முதலியன ஒளிக் கதிர்களை ஒழுங்கான (Regular) முறையில் பிரதிபலிக்கின்றன. ஒளி பிரதிபலித்தலின் விதிகளை ஆராய்வதற்கு ஆடிகளை உபயோகிக்கிறோம். சாதாரணமாக உபயோகிக்கும் ஆடிகளில் கண்ணாடியின் பின்புறத்தில் வெள்ளீயமும் பாதரசமும் சேர்ந்த கலவை பூசப்பட்டிருக்கும். ஆராய்ச்சிசாலையில் உபயோகிக்கும் பல்வேறு ஆடிகளுக்கு ரசாயன முறையில் வெள்ளி உலோகத்தைப் பூசுகிறார்கள்.

கேள்விகள்

1. (a) ஒளியின் 'நேர்கோட்டு வியாபனம்' என்றால் என்ன? (b) இதை நிரூபிக்க ஓர் சோதனை கூறு.
2. ஊசித்துவாரக் காமிராவின் தத்துவம் என்ன?
3. ஒளியைச் செலுத்தும் தன்மையில் பொருள்களை என்ன பிரிவுகளாகப் பிரிக்கலாம்?

அத்தியாயம் 15

ஒளி பிரதிபலித்தல்

பிரதிபலித்தல் சம்பந்தமான விதிகள்: ஒரு ஆடியில் விழும் கிரணத்திற்கு **படு கிரணம்** (Incident ray) என்றும், ஆடியில் இப்படு கிரணம் சந்திக்கும் புள்ளிக்கு **படுதானம்** (Point of incidence) என்றும், அப்புள்ளியிலிருந்து வரையப்படும் செங்குத்துக் கோட்டிற்கு **லம்பம்** (Normal) என்றும், பிரதிபலித்த கிரணத்திற்கு **பிரதிபலிக்கும் கிரணம்** (Reflected ray) என்றும் பெயர். லம்பத்திற்கும் படு கிரணத்திற்கும் இடையிலிலுள்ள கோணத்திற்குப் **படுகோணம்** (Angle of incidence) என்று பெயர். லம்பத்திற்கும் பிரதிபலிக்கும் கிரணத்திற்கும் இடையிலிலுள்ள கோணத்திற்குப் **பிரதிபலி கோணம்** (Angle of reflection) என்று பெயர்.

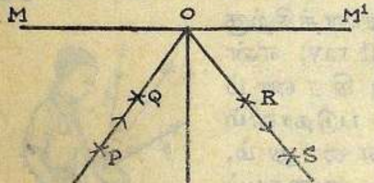
படம் 77.
சமதள ஆடியில் ஒளி பிரதிபலித்தல்
1. சமதள ஆடி
2. படு கிரணம்
3. பிரதி பலிக்கும் கிரணம்
4. லம்பம்
5. படுகோணம்
6. பிரதிபலி கோணம்.

ஒளிக் கிரணங்கள் ஒரு சமதள ஆடியில் விழும் பொழுது, கீழ்க்கண்ட விதிகளை அனுசரித்துப் பிரதிபலிக்கின்றன.

1. படுகிரணம், பிரதிபலிக்கும் கிரணம், படுதானத்தில் வரையப்படும் லம்பம் இவை மூன்றும் ஒரே தளத்தில் உள்ளன.

2. படுகோணமும், பிரதிபலி கோணமும் சமம்.

சோதனை 48 :—ஒரு வரைப் பலகை (Drawing board) மீது ஒரு காகிதத்தைப் பொருத்தி, அதன் மத்தியில் ஒரு சமதள ஆடியைச் செங்குத்தாக வை.



படம் 78.
பிரதிபலித்தலின் விதிகள்

ஆடிக்கு முன்னால் P, Q என்ற இரண்டு குண்டூசிகளைச் செங்குத்தாக நிறுத்து. ஆடியில் P, Q இவைகளின் பிம்பங்களைக் கண்டு, அதே நேர்க் கோட்டில் இருக்கும்படி R, S என்ற வேறு இரண்டு குண்டூசிகளைச் செங்குத்தாக நிறுத்து. இப்பொழுது குண்டூசிகளை எடுத்துவிட்டு அவற்றின் இடங்களைக் குறித்துக்கொள். ஆடியிருக்கும் இடத்தையும் ஒரு நேர்க்கோடால் குறித்துக்கொள். P Q, S R இவைகளைச் சேர்த்து நீட்டு. கோடுகள் ஆடியில் O என்னுமிடத்தில் சந்திக்கும். O என்பது படுதானம். அங்கு O N என்ற லம்பம் வரை. P Q என்பது படுகிரணம். R S என்பது பிரதிபலிக்கும் கிரணம். P O N என்பது படுகோணம். S O N என்பது பிரதிபலி கோணம். இக்கோணங்களை அள. பிறகு படு

கிரணத்தின் இடத்தை மாற்றி இச்சோதனையை மீண்டும் செய். ஒவ்வொரு தடவையும் படுகோணம், பிரதிபலி கோணம் இவற்றை அளந்து குறித்துக் கொள். இச்சோதனையில் கிடைக்கும் அளவீடுகளைக் கீழ்க்கண்ட அட்டவணையில் குறி.

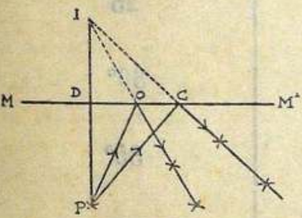
அளவீடு எண்	படுகோணம் (i)	பிரதிபலி கோணம் (r)
1	25°	25°
2	30°	30°
3	35°	35°
4	40°	40°
5	50°	50°

அட்டவணையிலிருந்து படுகோணமும், பிரதிபலிகோணமும் சமமாக இருப்பதைக் கவனி.

மேற்சொன்ன சோதனையில் குண்டூசிகளின் தலைகள் ஒரே தளத்தில் இருப்பதைக் கவனி. இதிலிருந்து படு கிரணம், பரதிபலிக்கும் கிரணம், படுதானத்தில் வரையப்படும் லம்பம் இவை மூன்றும் ஒரே தளத்தில் உள்ளன எனத் தெரிய வரும்.

சமதள ஆடியில் ஏற்படும் பிம்பம்: ஒரு புள்ளியிலிருந்து விரிந்து செல்லும் ஒளிக்கதிர்கள் சமதள ஆடியில் விழுந்து பிரதிபலித்து, மற்றொரு புள்ளியிலிருந்து வெளிப்படுவது போல் தோன்றும். இரண்டாவது புள்ளி முதல் புள்ளியின் **பிம்பம்** (Image) ஆகும். இவ்வித பிம்பத்தைத் திரையில் பிடிக்கமுடியாது. இதற்கு மாய **பிம்பம்** (Virtual image) என்று பெயர்.

சோதனை 49 :—M M^1 என்ற சமதள ஆடிக்கு முன்னால் P என்ற ஒரு குண்டூசியை நிறுத்து. P-யின் பிம்பத்துடன் நேர்க்கோட்டிலிருக்கும்படி இரண்டு-ஊசிகளை நிறுத்து. மறுபடியும் இரண்டு ஊசிகளை P-யின் பிம்பத்துடன் வேறொரு நேர்க்கோட்டில் இருக்கும்படிப் பொருத்து. ஊசிகளை எடுத்துவிட்டு அவைகளின் இடங்களைக் குறித்துக் கொள். ஆடியின் இடத்தையும் ஒரு நேர்க்கோடால் குறித்துக்கொண்டு, ஆடியை எடுத்துவிடு. பிறகு ஊசிகளைச் சேர்த்துக் கிடைத்த இரண்டு கோடுகளையும் நீட்டு. ஆடிக்குப் பின்னால் அவை I என்ற புள்ளியில் சந்திக்கட்டும். I P ஐச் சேர். இக்கோடு ஆடியை D என்னுமிடத்தில் வெட்டும். P D, I D இவைகளின் நீளங்களை அள. P D M, I D M என்ற கோணங்களையும் அளந்து கொள்.

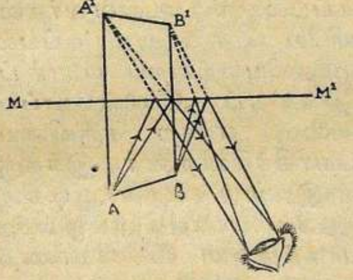


படம் 79.
சமதள ஆடியில் உண்டாகும் பிம்பம்

சோதனை 50 :—M M^1 என்ற ஒரு ஆடிக்கு முன்னால் A B என்ற ஒரு பொருளைக் கிடையாக வை. சோதனை 49-ல் கூறியபடி A, B இவற்றின்

பிம்பங்களைக் கண்டுபிடி. $A^1 B^1$ என்பது AB-யின் பிம்பம். A B, $A^1 B^1$ இவைகளின் நீளங்களை அளந்து ஒப்பிடு.

சோதனை 51:—ஒரு ஆடிக்கு முன்னால் நின்று கொண்டு ஒரு நோட்டுப் புத்தகத்தில் உனது வலது கையினால் எழுது. ஆடியில் நீ எழுதுவது எப்படித் தோற்றமளிக்கிறது?



படம் 80.
சமதள ஆடியில் ஒரு பொருளின் பிம்பம்

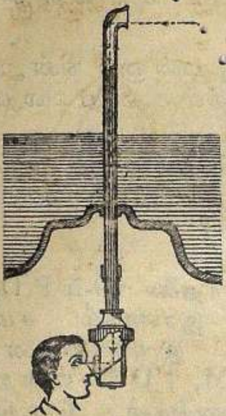
சோதனை 49-ல் P D, I D இரண்டும் சமமாக இருக்கின்றன. P D M, I D M என்ற கோணங்கள் செங்கோணங்களாக (Right angles) உள்ளன. ஆடிக்கு முன்னால் பொருள் எவ்வளவு தூரத்திலிருக்கிறதோ, அதே தூரத்தில் ஆடிக்குப்பின்னால் பிம்பம் உள்ளது. ஒரு பொருளின் பிம்பம் அதிலிருந்து ஆடிக்கு வரையப்படும் லம்பத்தின் நீட்டத்தில் உள்ளது.

சோதனை 50லிருந்து பிம்பமும், பொருளும் சம அளவு உடையன என்று தெரியவரும்.

சோதனை 51லிருந்து பிம்பத்தில் **இடவல மாற்றம்** (Lateral inversion) ஏற்படுகிறது என்று அறியலாம். அதாவது நாம் வலதுகையால் எழுதுவது ஆடியில் இடதுகையால் எழுதுவது போலத் தோன்றும்.

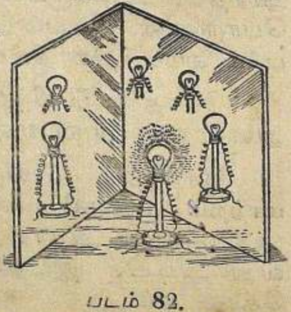
சமதள ஆடியின் உபயோகங்கள்: வீடுகளில் முகம் பார்ப்பதற்கும், உடை அணிவதற்கும், சுவர்களை அலங்கரிப்பதற்கும், சமதள ஆடிகள்

உபயோகப்படுகின்றன. பெரிய நகரங்களில் ரஸ்தாக்கள் கூடுமிடங்களில் வண்டிகள் ஒன்றோடொன்று மோதிக்கொள்ளாமலிருப்பதற்கு, பெரிய சமதள ஆடிகள் நிறுத்தப்பட்டுள்ளன. நீர் மூழ்கிக் கப்பல்களில் உள்ளவர்கள் வெளியே செல்லும் கப்பல்கள் முதலியவற்றைப் பார்ப்பதற்காகப் **பெரிஸ்கோப்பு** (Periscope) என்ற கருவியை உபயோகிக்கின்றனர். இக்கருவியில் இரண்டு சமதள ஆடிகள் ஒன்று மேல்பாகத்திலும் ஒன்று கீழ்பாகத்திலும் 45° கோணத்தில் படம் 81-ல் காட்டியபடி பொருத்தப்பட்டுள்ளன.



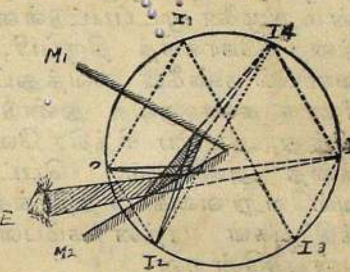
படம் 81.
பெரிஸ்கோப்பின் தத்துவம்

சாய்வாக இணைக்கப்பட்ட ஆடிகள் (Inclined Mirrors): **சோதனை 52**:—மேஜையின்மீது இரு சமதள ஆடிகளை ஒன்றோடொன்று 60° கோணத்திலிருக்கும்படி இணை. ஆடிகளுக்கு இடையே ஒரு எரியும் மின்சார மேஜை விளக்கை நிறுத்து. இரு ஆடிகளிலும் விளக்குகளின் பிம்பங்கள் காணப்படும். பிம்பங்களை எண்ணிப்பார். பிம்பங்கள் ஏற்படும் விதத்தைப் படம் 83-ல் காணலாம். மேற்கூறிய சோதனையில் ஐந்து பிம்பங்கள் காணப்படும். முதல் ஆடியில் ஏற்பட்ட பிம்பம் இரண்டாவது ஆடியில்மறுபடியும் பிரதிபலித்து,



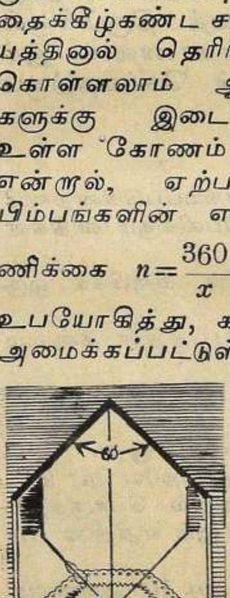
படம் 82.
அடுக்குப் பிம்பங்கள்

வேருெரு பிம்பத்தை உண்டாக்குகிறது. இம் மாதிரி பல பிம்பங்கள் ஏற்படுகின்றன. ஆடிகளுக்கு இடையே உள்ள கோணத்திற்கும், ஏற்படும் பிம்பங்களின் எண்ணிக்கைகளுக்கும் உள்ள சம்பந்தத்தைக்கீழ்கண்ட சாமியத்தினல் தெரிந்து கொள்ளலாம் ஆடிகளுக்கு இடையே உள்ள கோணம் x° என்ருல், ஏற்படும் பிம்பங்களின் எண்ணிக்கை $n = \frac{360}{x} - 1$ இந்தத் தத்துவத்தை உபயோகித்து, கலைடோஸ்கோப்பு என்ற கருவி அமைக்கப்பட்டுள்ளது.



படம் 83.
60° கோணத்தில் உள்ள இரு ஆடிகளில் ஏற்படும் அடுக்குப் பிம்பங்கள்

கலைடோஸ்கோப்பு (Kaleido-scope): இக்கருவியில் செவ்வக உருவத்தில் மூன்று சமதள ஆடிகள் ஒன்றுக்கொன்று 60° கோணத்தில் பொருந்தப்பட்டுள்ளன. ஆடிகள் சிலிண்டர் வடிவமுள்ள ஒரு பெட்டியில் வைக்கப்பட்டிருக்கும். பெட்டியின் ஒரு முனை ஒரு தேய்ப்புக் கண்ணுடியால் மூடப்பட்டுள்ளது. அதன் பின்புறத்தில் கண்ணுடித் தட்டை உபயோகித்து அமைக்கப்பட்ட ஓர் அறையில், பலவர்ணக் கண்ணுடித் துண்டுகள் வைக்கப்



படம் 84. கலைடோஸ்கோப்பில் தோன்றும் ஒரு சித்திரம்

பட்டிருக்கின்றன. நடுவில் இடைவெளிவிட்டுக் காகிதம் ஒட்டிய மற்ருெரு கண்ணுடித் தட்டால் பெட்டியின் மறுமுனை மூடப்பட்டுள்ளது. கருவியை வெளிச்சத்தை நோக்கித் திருப்பி, மேற்கூறிய இடைவெளியில் கண்ணை வைத்துப்பார். உள்ளிருக்கும் வர்ணக் கண்ணுடித் துண்டுகள் ஆடிகளில் பிரதிபலித்து, அழகிய சித்திர வேலைப்பாடுள்ள தோற்றத்தை அளிக்கும். பெட்டியைத் திருப்பினுல் வெவ்வேறு வகைச் சித்திரங்களைக் காணலாம். இச்சித்திரங்கள் ரத்னக்கம்பளங்கள் நெய்வதற்குப் பயன்படுகின்றன.

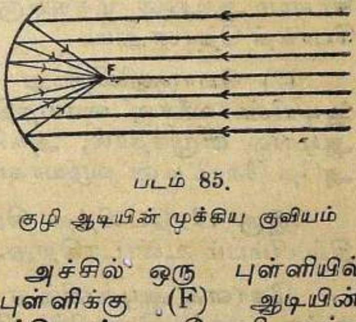
கேள்விகள்

1. ஆடிகள் எப்படி தயார் செய்யப்படுகின்றன?
2. சமதள ஆடியில் ஒளி பிரதிபலிக்கும் விதிகள் யாவை?
3. ஒளி பிரதிபலிக்கும் விதிகளை நிரூபிக்க ஒரு சோதனை கூறு.
4. சமதள ஆடியில் ஏற்படும் பிம்பத்தின் தன்மைகள் யாவை?
5. மாயபிம்பத்திற்கும் நிஜபிம்பத்திற்கும் உள்ள வித்தியாசம் யாது?
6. சமதள ஆடியின் உபயோகங்களை எழுது.
7. இரண்டு சமதள ஆடிகள் முறையே (a) 90°, (b) 60°, (c) 45° கோணத்தில் பொருத்தப்பட்டுள்ளன. ஒவ்வொன்றிலும் எத்தனை பிம்பங்கள் ஏற்படும்?
8. ஒருமனிதனுடைய உயரம் 5 அடி 10 அங்குலம். அவன் முழு உருவத்தைப் பார்ப்பதற்குச் சமதள ஆடியின் உயரம் எவ்வளவு இருக்க வேண்டும்?
9. (a) பெரிஸ்கோப்பின் தத்துவம் என்ன?
   (b) அதன் உபயோகம் என்ன?
10. கலைடோஸ்கோப்பின் அமைப்பை விவரி.

அத்தியாயம் 16

கோளக ஆடிகள்

வளைந்த பரப்புக்களுள்ள ஆடிகளுக்கு **கோளக** (Spherical) ஆடிகள் எனப் பெயர். அவை இரு வகைப்படும். பிரதிபலிக்கும் பரப்பு கோளத்தின் உட்புறத்தில் இருந்தால் அதற்குக் குழி (Concave) ஆடி என்று பெயர். பிரதிபலிக்கும் பரப்பு கோளத்தின் வெளிப்புறத்தில் இருந்தால் அதற்குக் குவி (Convex) ஆடி என்று பெயர். ஆடி எந்தக் கோளத்தின் பாகமோ அக்கோளத்தின் மையப் புள்ளிக்கு **வளைவு மையம்** (Centre of curvature) என்று பெயர். கோளத்தின் ஆரத்திற்கு **வளைவின் ஆரம்** (Radius of curvature) எனப் பெயர். ஆடியின் பரப்பின் மையபுள்ளிக்கு **ஆடிமையம்** (Pole) என்று பெயர். ஆடி மையத்தையும் வளைவு மையத்தையும் சேர்க்கும் நேர்க்கோட்டிற்கு ஆடியின் **முக்கிய அச்சு** (Principal axis) எனப் பெயர்.

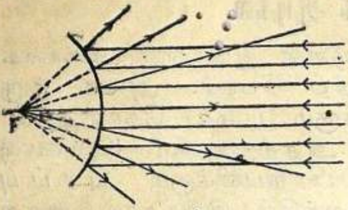


படம் 85.

குழி ஆடியின் முக்கிய குவியம்

முக்கிய குவியம் (Principal focus): ஒரு பொருளிலிருந்து வரும் ஒளிக் கிரணங்கள் முக்கிய அச்சுக்கு ஒரு போக்காக ஒரு குழி ஆடியில் விழுந்தால், அக்கிரணங்கள் ஆடியில் பிரதிபலித்து, முக்கிய அச்சில் ஒரு புள்ளியில் வந்து குவியும். இப்புள்ளிக்கு (F) ஆடியின் **முக்கிய குவியம்** எனப்பெயர். அதே விதமான ஒளிக் கிரணங்கள் ஒரு குவி ஆடியில் விழுந்தால் அவை பிரதிபலித்து, முக்கிய அச்சிலிலுள்ள ஒரு புள்ளியிலிருந்து விரிந்து வருவதுபோல்

தோன்றும். இப்புள்ளிக்கு (F) ஆடியின் முக்கிய குவியம் எனப் பெயர். முக்கிய குவியத்திற்கும் ஆடி மையத்திற்கும் இடையே உள்ள தூரம் குவியத் தூரம் (Focal length) எனப்படும்.



படம் 86.

குவி ஆடியின் முக்கிய குவியம்

கோளக ஆடிகளில் ஏற்படும் பிம்பங்கள் : கோளக ஆடிகளில் ஏற்படும் பிம்பங்களை நிர்ணயிப்பதற்குக் கீழ்க்கண்ட விதிகளை அனுசரிக்கலாம்.

(1) பொருளிலிருந்து வரும் ஒளிக் கிரணம் முக்கிய அச்சுக்கு ஒரு போக்காகக் குழி ஆடியில் விழுந்தால், கிரணம் பிரதிபலித்து, ஆடியின் முக்கிய குவியத்தின் வழியாகச் செல்லும். மேற்படிக் கிரணம் ஒரு குவி ஆடியில் விழுந்தால் பிரதிபலித்த கிரணம் ஆடியின் முக்கிய குவியத்திலிருந்து வருவது போலத் தோன்றும்.

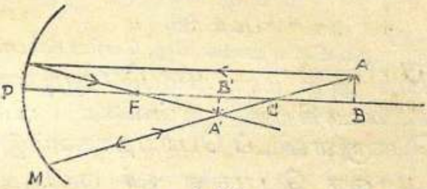
(2) பொருளிலிருந்து வரும் ஒளிக் கிரணம் ஆடியின் வளைவு மையத்தின் வழியாகச் சென்று ஆடியில் விழுந்தால், அக்கிரணம் எதிர் திசையில் அதே கோட்டின் வழியாகப் பிரதிபலிக்கும்.

இரு பிரதிபலித்த கிரணங்களும் சேருமிடத்தில் பிம்பம் உண்டாகிறது.

கோளக ஆடிகளில் ஏற்படும் பிம்பங்களில் சிலவற்றை ஓர் திரையில் பிடிக்கலாம். இவ்வகைப் பிம்பங்கள் நிஜ பிம்பங்கள் (Real images) எனப்படும். சில பிம்பங்களைத் திரையில் பிடிக்கமுடியாது. இவற்றிற்கு மாய பிம்பங்கள் (Virtual images)

என்று பெயர். பிம்பங்கள் பொருளுக்குச் சமமாகவோ, பொருளை விடப் பெரியதாகவோ, சிறியதாகவோ இருக்கக்கூடும். நிஜ பிம்பங்கள் யாவும் தலைகீழாக (Inverted) இருக்கும். மாய பிம்பங்கள் நேராக (Erect) இருக்கும்.

குழி ஆடி: சோதனை 53:—(a) **ஒளி அளவுச் சட்டம்** (Optical bench) ஒன்றை மேஜையின் மீது வை. ஒரு தாங்கியில் ஓர் குழி ஆடியைச் செங்குத்தாகப் பொருத்தி, சட்டத்தின் ஒரு முனையில் வை. மற்ற முனையில் ஒரு தாங்கியில் பொருத்தப்பட்ட எரியும் மெழுகுவர்த்தியை வை. ஆடிக்கும் வர்த்திக்கும் இடையே வெள்ளைக் காகிதம் ஒட்டிய திரை ஒன்றை ஆடியை நோக்கி வை. திரையை முன்னும் பின்னும் நகர்த்தி மெழுகு வர்த்தியின் தெளிவான பிம்பத்தைத் திரையில் பிடி. பிம்பத்தின் தன்மையைக் கவனி. பிம்பம் தலைகீழாகவும், பொருளை விடச் சிறியதாகவும் இருக்கும். இவ்வகை பிம்பம் ஏற்படுவதற்குப் பொருள் ஆடியிலிருந்து வளைவு ஆரத்தைவிட அதிக தூரத்தில் இருக்க வேண்டும். பிம்பம் முக்கிய குவியத்திற்கும் வளைவு மையத்திற்கும் இடையே ஏற்படும்.



படம் 87.

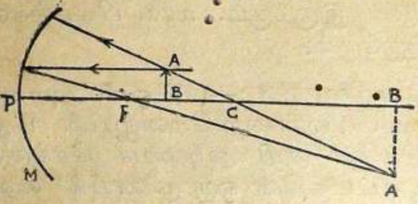
குழி ஆடியில் ஏற்படும் நிஜ, சிறிய பிம்பம்

AB பொருள்

A^1B^1 பிம்பம்

(b) அடுத்தபடியாக மெழுகு வர்த்தியை ஆடியின் முக்கிய குவியத்திற்கும் வளைவு மையத்திற்கும் இடையில் வை. திரையை வளைவு மையத்திற்கப்பால் எடுத்துச்சென்று வர்த்தியின் தெளிவான

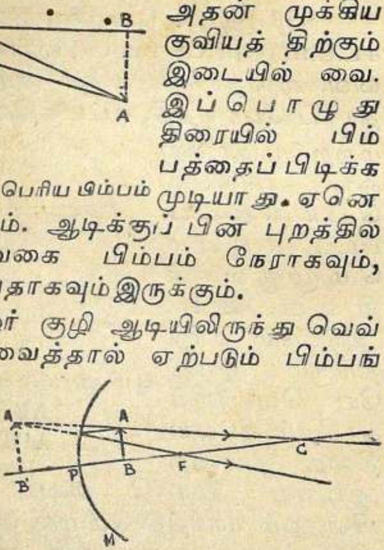
பிம்பத்தைப் பிடி.. இந்த பிம்பம் தலைகீழாகவும், பொருளைவிடப் பெரியதாகவும் இருக்கும்.



படம் 88.
குழி ஆடியில் ஏற்படும் நிஜ, பெரிய பிம்பம்

(c) பிறகு மெழுகு வர்த்தியை ஆடிக்கும், அதன் முக்கிய குவியத் திற்கும் இடையில் வை. இப்பொழுது திரையில் பிம்பத்தைப் பிடிக்க முடியாது. ஏனெனில் அது மாய பிம்பம். ஆடிக்குப் பின் புறத்தில் உண்டாகிறது. இவ்வகை பிம்பம் நேராகவும், பொருளைவிடப் பெரியதாகவும் இருக்கும்.

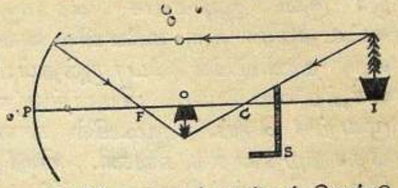
ஒரு பொருளை ஓர் குழி ஆடியிலிருந்து வெவ்வேறு தூரங்களில் வைத்தால் ஏற்படும் பிம்பங்களின் தன்மைகள் 137-ஆம் பக்கத்தில் உள்ள அட்டவணையில் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.



படம் 89.

மாயப் புஷ்பச் செண்டு (Phantom boquet) : குழியாடியை உபயோகித்து ஒரு வேடிக்கையான சோதனை செய்வது வழக்கம். குழியாடியின் முக்கிய குவியத் திற்கும் வளைவுமையத்திற்கும் இடையில் ஒரு புஷ்பச் செண்டு தலைகீழாக வைக்கப்பட்டிருக்கும். ஒரு பிரகாசமான மின்சார விளக்கை உபயோகித்து, செண்டின் மீது ஒளிக்கற்றை ஒன்றைச் செலுத்த வேண்டும். செண்டும் விளக்கும் பார்ப்பவர்கள் கண்ணில் படாதபடி மறைத்து வைக்கப்பட்டிருக்கும். குழியாடியில் செண்டின் பிம்பம் எங்கு ஏற்படுமோ

அங்கு ஒரு காலிப் பூத்தொட்டி வைக்கப்பட்டிருக்கும். ஆடியின் எதிராகச் சிறிது தூரத்திலிருந்து ஒருவர் பூத்தொட்டியைப் பார்த்தால், அதில் அழகான செண்டு ஒன்று இருப்பது போலத் தோன்றும். ஆனல் கையை நீட்டிப் புஷ்பத்தை எடுக்க முயற்சி செய்தால், கையில் ஒன்றும் அகப்படாது.



படம் 90. மாயப் புஷ்பச் செண்டு

பொருள் வைக்கும் இடம்	பிம்பம் ஏற்படும் இடம்	பிம்பத்தின் தன்மை
அனந்தத்தில் (At infinity)	முக்கிய குவியத்தில்	நிஜம், தலைகீழ், மிகச் சிறியது
வளைவு மையத்திற் கப்பால்	முக்கிய குவியத்திற்கும் வளைவு மையத்திற்கும் இடையில்	,, ,, சிறியது
வளைவு மையத்தில்	வளைவு மையத்தில்	,, ,, சமம்
முக்கிய குவியத்திற்கும், வளைவு மையத்திற்கும் இடையில்	வளைவு மையத்திற் கப்பால்	,, ,, பெரியது
முக்கிய குவியத்தில்	அனந்தத்தில்	——
ஆடிக்கும், முக்கிய குவியத்திற்கும் இடையில்	ஆடிக்குப் பின்புறத்தில்	மாய, நேர், பெரியது

குவி ஆடி: சோதனை 54:—ஒளி அளவு சட்டம் ஒன்றை மேஜையின்மீது வை. ஒரு தாங்கியில் ஓர் குவி ஆடியைச் செங்குத்தாகப் பொருத்தி, சட்டத்தின் ஒரு முனையில் வை. மற்றொரு முனையில் ஒரு தாங்கியில் பொருத்தப்பட்ட எரியும் மெழுகு வர்த்தியை வை. பிம்பத்தைத் திரையில் பிடிக்க முயற்சி செய். ஆடியில் காணப்படும் பிம்பத்தின் தோற்றத்தைக் கவனி. சிறிது சிறிதாக ஆடியை நோக்கி வர்த்தியை நகர்த்து. ஒவ்வொரு தடவையும் ஏற்படும் பிம்பத்தைக் கவனி.

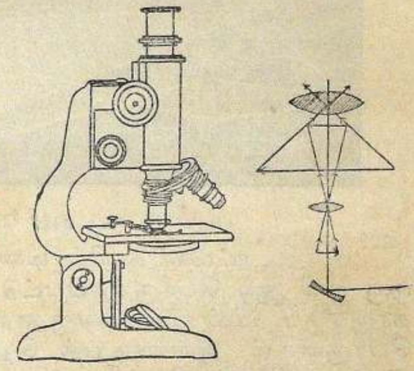
குவி ஆடியில் ஏற்படும் பிம்பம் மாய பிம்பம். ஆகையினால் அதைத் திரையில் பிடிக்க முடியாது. பொருள் எங்கு இருந்தாலும் ஒரேவிதமான பிம்பம் உண்டாகிறது. பிம்பம் நேராகவும், பொருளைவிடச் சிறியதாகவும் இருக்கும்.

குழி ஆடியின் குவியத் தூரத்தை அளத்தல்: சோதனை 55:—மேஜையின் மீது ஒளி அளவு சட்டம் ஒன்றை வை. ஒரு தாங்கியில் ஓர் குழி ஆடியைச் செங்குத்தாகப் பொருத்திச் சட்டத்தின் ஓர் முனையில் வை. சமதள ஆடி ஒன்றை உபயோகித்துக் குழி ஆடியின் முக்கிய அச்சுடன் ஒரே போக்காக ஓர் சூரிய ஒளிக் கற்றையைக் குழி ஆடியில் விழச்செய். புகையும் தாள் (Smoke paper) ஒன்றை எரியவிட்டு, சூரிய ஒளிக் கிரணங்கள் முக்கிய குவியத்தில் ஒன்று சேருவதைப் புலப்படுத்து. ஒரு தாங்கியில் தீக்குச்சி ஒன்றைச் செங்குத்தாக வைத்து முக்கிய குவியத்தில் நிறுத்து. தீக்குச்சி எரிவதைக் கவனி. குச்சியின் எரியும் முனைக்கும், ஆடியின் மையத்திற்கும் இடையே உள்ள தூரத்தை அளந்து கொள். இது ஆடியின் குவியத் தூரமாகும்.

சோதனை 56:—ஒளி அளவு சட்டம் ஒன்றை மேஜையின்மீது வைத்து, ஒரு முனையில் ஒரு குழி

ஆடியை அதன் தாங்கியில் நிறுத்து. வெகுதூரத்திலுள்ள ஒரு கட்டடம் அல்லது மரங்கள் இருக்கும் திசையில் ஆடியைத் திருப்பு. திரை ஒன்றை சட்டத்தின்மீது வைத்து ஆடியை நோக்கி நகர்த்து. தூரத்திலுள்ள பொருளின் பிம்பம் தெளிவாக விழும் வரையில் திரையை நகர்த்து. இப்பொழுது திரைக்கும் ஆடியின் மையத்திற்கும் உள்ள தூரத்தை அளந்துகொள். இது ஆடியின் குவியத் தூரம்.

கோளக ஆடிகளின் உபயோகங்கள்: 1. கூட்டு மைக்ரோஸ்கோப்பின் (Compound microscope) அடியில் குழி ஆடி ஒன்று பொருத்தப்பட்டிருக்கிறது. மைக்ரோஸ்கோப்பின் பீடத்தில் வைக்கப் பட்ட பொருள்களைப்பிரகாசமாகத் தெரியும்படி இவ்வாடி ஒளியை பிரதிபலித்துச் செலுத்துகிறது.



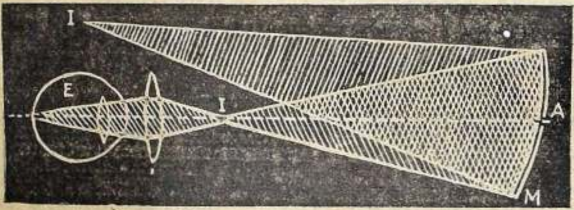
படம் 91.
கூட்டு மைக்ரோஸ்கோப்பு

2. ஒருவகை டெலிஸ்கோப்பில் (Reflecting telescope) குழி ஆடி ஒரு முக்கிய பாகமாகும்.

3. முகத்தைப் பெரியதாகக் காண்பிப்பதற்கு குழி ஆடியை க்ஷவர ஆடியாக உபயோகிக்கின்றனர். (படம் 89ஐப் பார்க்கவும்)

4. குழி ஆடியை ஒரு முக்கிய பாகமாகக் கொண்டுள்ள மற்றொரு கருவி கண் வைத்தியர்கள்

உபயோகிக்கும் உட்கண் சோதினியாகும் (Ophthalmoscope). இக்கருவி வேலை செய்யும் விதத்தைப் படத்திலிருந்து தெரிந்து கொள்ளலாம். நோயாளியின் தலைக்குச் சிறுது உயரத்தில் ஒரு பிரகாசமான விளக்கு வைக்கப்பட்டுள்ளது. விளக்கிலிருந்து வரும் ஒளிக்கற்றை குழி ஆடியில் பிரதிபலித்து, நோயாளியின் கண்ணிற்குள் செலுத்தப் படுகிறது. குழி ஆடியின் மையத்தில் உள்ள ஒரு சிறு துவாரத்தின் வழியாக வைத்தியர் கண்ணைப் பரிசோதிக்கிறார்.



படம் 92. உட்கண் சோதினி

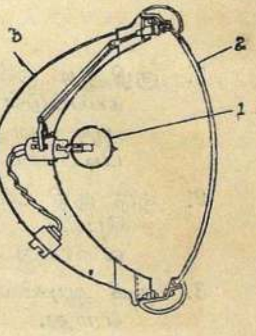
5. மோட்டார் காரில் டிரைவருக்கு முன்னால் ஒரு குவி ஆடி பொருத்தப்பட்டுள்ளது. ரஸ்தாவில் காருக்குப் பின்னால் வெகுதூரம் வரையில் உள்ள பொருள்கள் இவ்வாடியில் தெளிவாகத் தெரியும். இதனுதவியால் விபத்துகள் ஏற்படாமல் பார்த்துக் கொள்ளலாம்.

6. கோவில்களிலும், மசூதிகளிலும் அலங்காரத்திற்காக ரச குண்டுகள் தொங்கவிடப்படுகின்றன. இவை குவி ஆடிகள்.

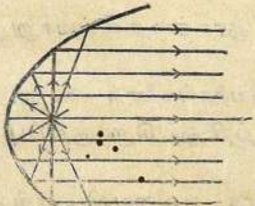
7. சுவர் விளக்குகள், தொங்கவிடப்படும் விளக்குகள் இவற்றிலெல்லாம் ஒளியைத் தேவையான திசையில் ஒன்றுகூட்டி அனுப்புவதற்கு, சுவாலைகளுக்குப் பின்புறத்தில் பிரதிபலிக்கும் குழி ஆடிகள் வைக்கப்பட்டுள்ளன.

8. திரையில் படங்களைக் காட்ட உபயோகிக்கப்படும் படவிளக்குகளில் (Optical lantern) மின்சார விளக்குகளுக்குப் பின்புறத்தில் குழியாடிகள், அவற்றின் குவியத் தூரத்தில், வைக்கப்பட்டுள்ளன.

பரவளையமான ஆடிகள் (Parabolic mirrors): ரயில் வண்டி, மோட்டார் வண்டி இவைகளில் உபயோகப்படும் துருவ விளக்குகள் (Search lights) பெரிய குழி ஆடிகள் எனக் கருதப்படுகின்றன. பெரியகுழி ஆடியில் ஒருபோக்கு ஒளிக் கற்றை விழுந்தால், அதன் கிரணங்கள் பிரதிபலித்து ஒரே புள்ளியில் சந்திப்பதில்லை. ஆகையினால் இவ்வகை ஆடிகளில் ஏற்படும் பிம்பங்கள் தெளிவாகக் காணப்படுவதில்லை. இக்குறை உருட்சிப் பழுது (Spherical aberration) எனப்படும். இதை நிவர்த்திக்கக் குழியாடியினின்று சற்று மாறுபாடான உருவமுள்ள பரவளையமான ஆடிகளை உபயோகிக்கின்றனர். இவ்வாடியின் முக்கியக் குவியத்தில் ஒரு விளக்கு வைக்கப் பட்டால், அதிலிருந்து வரும் கிரணங்கள் பிரதிபலித்து படம் 94-ல் காட்டியபடி ஒரு போக்குக் கற்றையாகச் செல்லுகின்றன. இவ்வகை ஆடி



படம் 93. பரவளையமான ஆடியை உபயோகிக்கும் விளக்கு. 1. விளக்கு 2. லென்ஸ் 3. ஆடி



படம் 94. பரவளையமான ஆடி

கள் மின்சாரக் கை விளக்குகள் (Torch lights), நாடக மேடை விளக்குகள் (Stage foo-lights), இவற்றில் உபயோகிக்கப் படுகின்றன. விழாக் களின்பொழுது இரவில் கட்டடங்களை ஒளி மய மாக்குவதற்கு பரவளையமான ஆடிகள் கொண்ட விளக்குகள் உபயோகிக்கப் படுகின்றன.

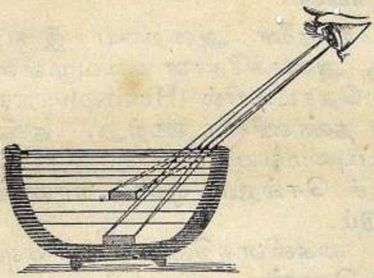
கேள்விகள்

1. குழிஆடி ஒன்றும், குவிஆடி ஒன்றும் கொடுக் கபபட்டுள்ளன. எது குவி ஆடி, எது குழி ஆடி என்று என்ன சோதனைகளால் கண்டு பிடிப்பாய் ?
2. ஒரு குழி ஆடியில் ஒரு பொருளின் நிஜமான, பெரிய பிம்பம் ஏற்படுவதைப் படம் வரைந்து காட்டு.
3. குவி ஆடியில் ஏற்படும் பிம்பத்தின் தன்மைகளை எழுது.
4. கோளக ஆடிகளில் கீழ்க் கூறியவைகள் ஒவ் வொன்றும் எதைக் குறிக்கின்றன என்ப தைத் தெளிவுறச் செய். (*a*) வளைவு மையம், (*b*) முக்கிய குவியம், (*c*) முக்கிய அச்சு, (*b*) குவியத் தூரம்.
5. ஒரு குழி ஆடியின் குவியத் தூரத்தை எவ்வாறு கண்டு பிடிப்பாய் ?
6. கோளக ஆடிகளின் உபயோகங்களைக் கூறு.
7. ஆப்தால்மஸ்கோப்பைப் பற்றி ஓர் சிறு குறிப்பு எழுது.
8. பரவளையமான ஆடி கோளக ஆடியைவிட எவ் விதத்தில் சிறந்தது ?
9. பரவளையமான ஆடிகளின் உபயோகங்கள் யாவை ?

அத்தியாயம் 17

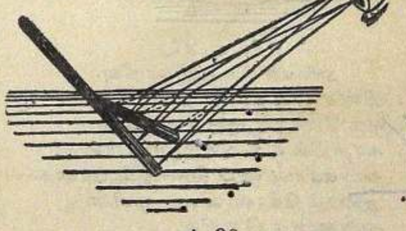
ஒளி முறிவு

ஒளிக்கிரணங்கள் காற்று, தண்ணீர், கண்ணாடி இவைபோன்ற **ஊடகங்களின்** (Media) வழியாகச் செல்லும். ஒரு ஊடகத்திலிருந்து மற்றொரு ஊடகத்திற்கு ஒளிக்கிரணங்கள் செல்லும் பொழுது அவை முறிவடைந்து, அவை செல்லும் திசையில் மாற்றம் ஏற்படுகிறது. இவ்வித நிகழ்ச்சிக்கு ஒளி முறிவு (Refraction) எனப் பெயர். கீழ்க்கண்ட சோதனைகள் ஒளி முறிவை விளக்கும்.



படம் 95.
ஒளி முறிவினால் நாணயம் உயர்ந்து காணப்படுதல்.

சோதனை 57:—ஒரு பீங்கான் தொட்டியினடியில் ஒரு நாணயத்தைப் போடு. நாணயம் கண்ணுக்குநேராகத் தெரியாதபடி சிறிது தூரத்தில் நின்றுகொள். இப்பொழுது தொட்டியில் தண்ணீரை ஊற்று. அதே நிலையில் நின்றுகொண்டு நாணயம் கண்ணுக்குத் தெரிகிறதா என்று கவனி.

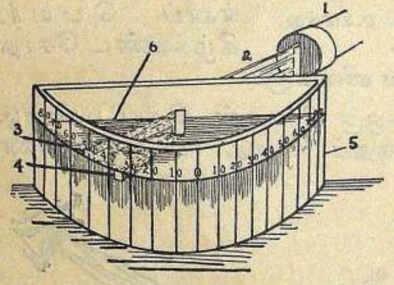


படம் 96.
ஒளி முறிவினால் ஒரு பென்சிலின் முறிந்த தோற்றம்.

சோதனை 58:—ஒரு தொட்டியில் தண்ணீரை நிரப்பு. படம் 96-ல் காட்டியபடி ஒரு நீண்ட பென்சிலை ஒரு பகுதி தண்ணீரில் அமுங்கியிருக்கும்படிச் சாய்வாக வை. தண்ணீரின் அடியிலுள்ள பகுதியின் தோற்றத்தில் எவ்வித மாறுதல் உண்டாகிறது என்பதைக் கவனி.

சோதனை 59:—சோதனை அறையை இருட்டாக்கிக் கொள். ஒரு அரைக்கோள வடிவமுள்ள தேய்ப்புக் கண்ணடித் தொட்டியில் (Hemispherical trough) பாதிக்குமேல் தண்ணீரை ஊற்று. தண்ணீருடன் சிறிது சிவப்புமையைக் கலக்கு. இதனால் தண்ணீரின் வழியாகச் செல்லும் ஒளிக் கிரணங்கள் நன்றாகப் புலப்படும்.

ஒரு மின்சாரக் கைவிளக்கின் லென்ஸை வெட்டுத் துளை (Slit) கொண்ட ஒரு தகட்டினால் மூடு. விளக்கிலிருந்து வரும் கிரணங்கள் ஒரு போக்குக் கற்றையாக இருக்கும். இக்கற்றையை மேல்பாகம் காற்றின் வழியாகவும், கீழ்பாகம் தண்ணீரின் வழியாகவும் செலுத்து. தொட்டியின் அரைக்கோளமான பாகத்தில் வெட்டுத் துளையின் இரு பிம்பங்கள் ஏற்படுவதைக் கவனி. ஒளிக் கற்றையின் திசையை மாற்றி, பிம்பங்களின் இடமாறுதல்களைக் கவனி.



படம் 97.
தண்ணீரில் ஒளி முறிவு.

1. மின்சாரக் கை விளக்கு.
2. ஒரு போக்கு ஒளிக் கற்றை.
3. காற்றில் ஒளி செல்லும் பாதை.
4. தண்ணீரில் ஒளி செல்லும் பாதை.
5. அரைக் கோள வடிவ முள்ள கண்ணடித் தொட்டி.
6. தண்ணீர்

சோதனை 57-ல் தண்ணீர் ஊற்றப்பட்டவுடன் நாணயம் கண்ணுக்குப் புலப்படுகிறது. நாணயத்திலிருந்து வரும் கிரணங்கள் ஒளி முறிவடைவதால் நாணயத்தின் பிம்பம் நாணயத்தை விட உயரத்தில் ஏற்படுகிறது. இச்சோதனை மிகப் புராதனமானது. யூக்லிட் (Euclid) என்ற பிரசித்தி பெற்ற கணித நிபுணர் இதைப்பற்றிக் கூறியுள்ளார். இதே காரணத்தால் குளம், கிணறு, ஆறுகள் இவைகளிலுள்ள தண்ணீரின் ஆழம் பார்வைக்குக் குறைவாகத் தோன்றுகிறது.

சோதனை 58-ல் தண்ணீரில் அமுக்கிய பென்சிலின் பாகம் முறிந்து, சிறிது மேற்புறமாகத் தூக்கியிருப்பதுபோல் தோற்றமளிக்கிறது. தண்ணீரின் அடியிலுள்ள பாகத்திலிருந்து வெளிவரும் ஒளிக் கதிர்கள், ஒளி முறிவடைவதால் மேற்கூறிய தோற்றம் உண்டாகிறது.

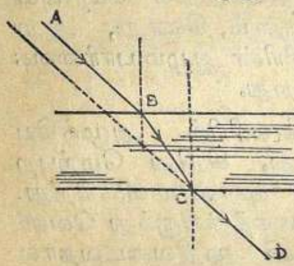
ஒளிக் கற்றை காற்றிலிருந்து தண்ணீரில் செல்லும்பொழுது ஏற்படும் ஒளி முறிவைச் சோதனை 59 நன்கு விளக்குகிறது.

மேற்கண்ட சோதனைகளெல்லாம் ஒளி ஒரு ஊடகத்திலிருந்து மற்றொரு ஊடகத்திற்குச் செல்லும்பொழுது ஏற்படும் ஒளி முறிவை விளக்குகின்றன. **அடர்வு குறை** (Rare) **ஊடகத்திலிருந்து அடர்வு மிகு** (Dense) ஊடகத்திற்கு ஒளி சென்றால், **விலகிய கிரணம்** (Refracted ray) படுதானத்திலிருந்து வரையப்படும் லம்பத்தை அணுகிச் செல்லுகிறது. கண்ணாடி, தண்ணீர் இவ்விரண்டும் காற்றைவிட அடர்வு மிகு ஊடகங்கள். ஆகையால் ஓர் ஒளிக்கிரணம் காற்றிலிருந்து தண்ணீரின் மூலமாகவோ, கண்ணாடியின் மூலமாகவோ சென்றால், ஒளி முறிவு ஏற்பட்டு, விலகிய கிரணம் படுதானத்திலிருந்து வரையப்பட்ட லம்பத்தை அணுகிச் செல்லும். அடர்வு மிகு ஊடகத்திலிருந்து அடர்வு குறை

ஊடகத்திற்கு ஒளி செல்லும்பொழுது ஒளி முறிவு ஏற்பட்டு, விலகிய கிரணம் படுதானத்திலிருந்து வரையப்பட்ட லம்பத்திற்கு அப்பால் செல்லுகிறது.

கண்ணாடியில் ஏற்படும் ஒளி முறிவு:

சோதனை 60:—ஒரு வரைப் பலகையில் ஒரு காகிதத்தைப் பொருத்தி, அதன் நடுவில் ஒரு செவ்வகக் கண்ணாடியை (Rectangular glass slab) வை. அதன் சுற்றுப்புறக் கோடுகளை வரை. கண்ணாடியின் ஒரு முகத்தின் எதிரில் A, B என்ற இரண்டு குண்டூசிகளை நிறுத்து. இப்பொழுது எதிர்முகத்தின் வழியாகப் பார்த்து C, D என்ற இரண்டு குண்டூசிகளை முதல் இரண்டு ஊசிகளுடைய பிம்பங்களுடன் ஒரே நேர்கோட்டிலிருக்கும்படி நிறுத்து. கண்ணாடியையும், ஊசிகளையும் எடுத்துவிட்டு, ஊசிகளின் இடங்களைக் குறித்துக் கொள். பிறகு A B, C D என்ற கோடுகளை வரை. A B என்பது படுகிரணம். B C என்பது விலகிய கிரணம். C D என்பது விடுகிரணம் (Emergent ray). A B, C D இவை இரண்டும் ஒரே நேர்க் கோட்டில் இருக்கிறதா என்று கவனி. அவற்றின் திசைகளிடையே உள்ள சம்பந்தத்தைக் கவனி.



படம் 98.
செவ்வகக் கண்ணாடியில் ஒளி முறிவு

A B என்ற படுகிரணம் கண்ணாடியில் செல்லும் பொழுது B என்ற புள்ளியில் ஒளி முறிவை அடைகிறது. கண்ணாடியின் மறுமுகத்தை அடைந்த பிறகு B C என்ற விலகிய கிரணம். C என்ற புள்ளியில் மீண்டும் ஒளி முறிவை அடைகிறது. ஒவ்வொரு

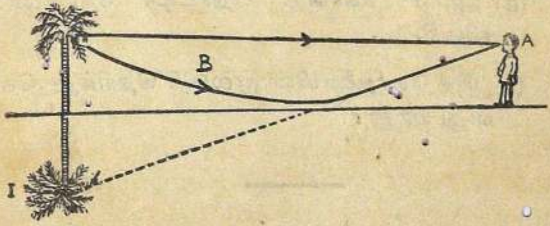
ஒளி முறிவின் பொழுதும் ஒளி திசை மாற்றம் (Deviation) ஏற்படுகிறது. இவ்விரு ஒளிதிசை மாற்றங்களும் ஒன்றுக்கொன்று எதிராக நடை பெறுகின்றன. ஆகையினல் மொத்தத்தில் படு கிரணமானது **பக்கவாட்டில் இடப் பெயர்ச்சி** (Lateral displacement) அடைகிறது. A B, C D என்ற இரு கோடுகளும் ஒரு போக்காக இருப்பது மேற்கூறிய விளைவை நிரூபிக்கிறது.

படுகிரணம் கண்ணடியில் செங்குத்தாக விழுந் தால், அக்கிரணம் ஒளி முறிவு, திசைமாற்றம் ஒன்றும் ஏற்படாமல் நேராகச் செல்லும்.

தண்ணீரில் ஏற்படும் ஒளி முறிவு: சோதனை 61:– மேற்கூறிய சோதனையை ஒரு செவ்வகக் கண்ணு டித் தொட்டியில் தண்ணீர் நிரப்பி, மீண்டும் செய்.

கண்ணுடியைப் போலவே தண்ணீரிலும் ஒளி முறிவு, திசைமாற்றங்கள், இடப் பெயர்ச்சி இவை யெல்லாம் நடைபெறுகின்றன. ஆனல் இவற்றின் அளவில்தான் சிறிது வித்தியாசம். ஏனெனில் கண்ணுடி தண்ணீரைவிட அடர்வு மிகு ஊடக மாகும்.

கானல் நீர் (Mirage): பாலைவனங்களில் வெப்பத்தினல் காற்றில் அடர்வு வித்தியாசங்கள்



படம் 99. கானல் நீர்

ஏற்படுகின்றன. இதனல் பாலைவனங்களிலுள்ள

ஈச்சமரங்களிலிருந்து புறப்படும் ஒளிக்கிரணங்கள் ஒளி முறிவும், பூரண அக பிரதிபலிப்பும் அடைந்து, தலைகீழாகத் தோற்றமளிக்கும். பாலைவனத்தில் செல்பவர்கள் இதனால் அங்கு நீர் நிலையம் இருக்கிற தென்று நினைத்து ஏமாற்றம் அடைகிறார்கள். இந் நிகழ்ச்சி கானல் நீர் எனப்படும்.

கேள்விகள்

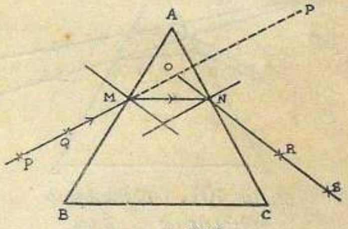
1. ஒளி முறிவு என்றால் என்ன ?
2. ஒளி முறிவினால் ஏற்படும் விளைவை விளக்க ஓர் சோதனையைக் கூறு.
3. ஊடகங்களுக்கும் ஒளிமுறிவிற்கும் உள்ள தொடர்பு யாது ?
4. ஒரு செவ்வகக் கண்ணாடியின் வழியாக ஒளி செல்லும் பொழுது, அதில் ஏற்படும் ஒளி முறிவுகளை விளக்க ஒரு படம் வரை.
5. குளங்களில் நீரின் ஆழம் ஏன் குறைவாகத் தோன்றுகிறது ?
6. 'கானல் நீர்' எப்படி உண்டாகிறது ?
7. (a) அரை கோளத் தொட்டிச் சோதனையை விவரி.

   (b) இச் சோதனையின் மூலம் நீ தெரிந்து கொள்வது யாது ?

அத்தியாயம் 18

பிரிசமும், நிறப்பிரிகையும்

பிரிசத்தின் வழியாக ஒளி செல்லுதல்: சோதனை 62:— ஒரு வரைப்பலகையின் மீது ஒரு காகிதத்தைப் பொருத்து. அதன் நடுவில் ஒரு கண்ணாடிப் பிரிசத்தை நிறுத்து. அதன் சுற்றுப்புறக் கோடுகளை வரைந்துகொள். பிரிசத்தின் ஒரு முகத்தின் எதிரில் படம் 100-ல் காட்டியபடி P,Q என்ற இரண்டு குண்டூசிகளை நிறுத்து. பிரிசத்தின் மறு பக்கத்திலிருந்து P, Q-ன் பிம்பங்களைப் பார்த்து, அதே நேர்க் கோட்டில் இருக்கும்படி R, S என்ற இரண்டு குண்டூசிகளை நிறுத்து.

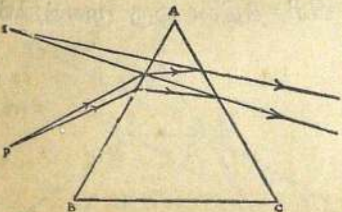


படம் 100.
பிரசத்தில் வழியாக ஒளி செல்லுதல்

பிரிசத்தையும், குண்டூசிகளையும் எடுத்துவிட்டு, ஊசிகளின் இடங்களைக் குறித்துக்கொள். PQ, SR என்ற நேர்க்கோடுகளை வரைந்து, பிரிசத்தை நோக்கி இக்கோடுகளை நீட்டு. M, N என்ற புள்ளிகளில் இக்கோடுகள் பிரிசத்தைச் சந்திக்கட்டும். PM,SN என்றகோடுகளை மேலும் நீட்டி, O என்னும் புள்ளியில் சந்திக்கச்செய். M N என்ற நேர்க் கோட்டை வரை. PQ என்ற படுகிரணம் திசை மாற்றம் அடைந்து R S என்ற திசையில் செல்வதைக் கவனி.

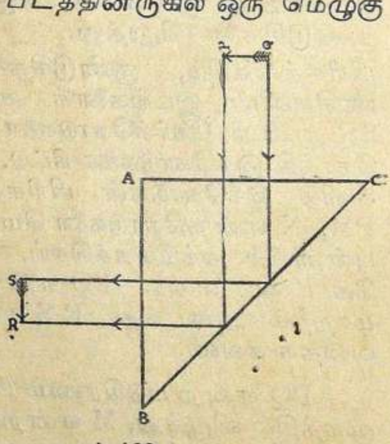
PQ என்ற படுகிரணம் பிரிசத்தின் AB என்ற முகத்தில் விழுந்து, M என்ற புள்ளியில் ஒளி முறிவு அடைகிறது. MN என்பது பிரிசத்தின் வழியாகச் செல்லும் விலகிய கிரணத்தின் பாதையாகும். N என்ற புள்ளியில் இக் கிரணம் மீண்டும் ஒளி முறிவு

அடைந்து, திசை மாறி, R S என்னும் திசையில் பிரிசத்தின் பீடத்தை நோக்கி விடு கிரணமாக வெளிவருகிறது. படத்தில் SOP என்ற கோணம் **பிரிசத்தினுல் ஏற்பட்ட திசைமாற்றக்கோணம்**(Angle of Deviation) ஆகும். பிரிசம் வழியாக ஒளிக்கிரணம் செல்லும்பொழுது அது இரண்டு தடவை திசை மாற்றம் அடைவதையும், மொத்த திசை மாற்றம் இவ்விரண்டு திசை மாற்ற கோணங்களின் தொகை என்பதையும் படத்திலிருந்து தெரிந்து கொள்ளலாம்.



படம் 101. பிரிசத்தில் பிம்பம் ஏற்படுதல்

சோதனை 63 :—ஒரு மேஜையின் மீது ஒரு கண்ணுடி பிரிசத்தை வைத்து, அதன் ஒரு முகத்திற்கு எதிரில், பீடத்தினருகில் ஒரு மெழுகு வர்த்தியை ஏற்றிவை. பிரிசத்தின் எதிர் முகத்தின் வழியாக மெழுகு வர்த்தியின் பிம்பத்தைக் கவனி. வர்த்தியின் பிம்பம் பிரிசத்தின் உச்சியை நோக்கி இடப் பெயர்ச்சி அடைந்திருப்பதாகத் தோன்றும்.



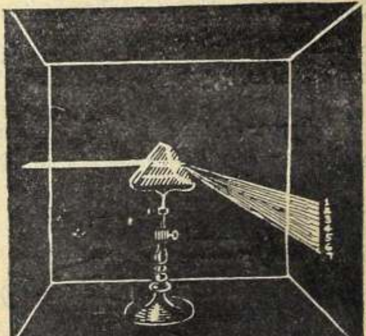
படம் 102. பூரண அகப் பிரதிபலிப்பு

பூரண அகப் பிரதிபலிப்பு (Total internal reflection): செங்கோண இரு சம பக்கமுள்ள (Right-angled Isosceles) பிரிசத்தின்

ஒரு சமபக்கத்தின்மீது செங்குத்தாக ஒளிக்கிரணங்கள் விழுந்தால், அவை நேராகச் சென்று செம்பக்கத்தை (Hypotenuse) அடைகின்றன. இங்கு அக்கிரணங்கள் ஒளி முறிவு அடைவதற்கு பதிலாக பிரதிபலிக்கப்படுகின்றன. பிறகு இக்கிரணங்கள் இரண்டாவது சம பக்கத்தின் மீது செங்குத்தாக விழுந்து, அதே திசையில் வெளிச்செல்லுகின்றன. இந்த நிகழ்ச்சிக்கு **பூரண அகப்பிரதிபலிப்பு** எனப்பெயர்.

இவ்வகைப் பிரிசங்கள், பெரிஸ்கோப்பு, பைனுக்குலர் என்ற கருவிகளில் உபயோகப்படுகின்றன.

நிறப்பிரிகை (Dispersion) : **சோதனை 64** :—ஒரு இருட்டறையில், ஒரு சுவரிலுள்ள வெட்டுத் துளையின் வழியாக சமதள ஆடியை உபயோகித்து ஓர் சூரிய ஒளிக் கற்றையைச் செலுத்து. ஒளிக் கற்றையை ஒரு தாங்கியில் வைக்கப்பட்டுள்ள கண்ணாடிப் பிரிசத்தின் வழியாகப் பாயச் செய். அறையின் மறுபக்கத்தில் உள்ள சுவரில் விழும் கிரணங்கள் எவ்விதத் தோற்றத்தை அளிக்கின்றன என்பதைக் கவனி.



படம் 103. ஒளியின் நிறப்பிரிகை

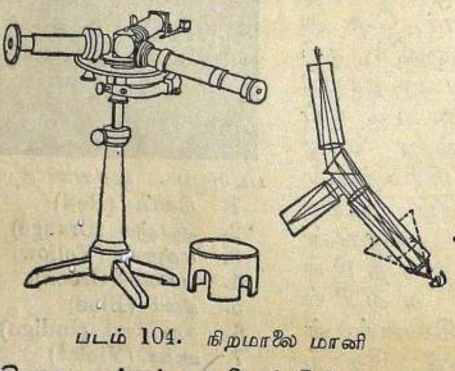
1. சிவப்பு (Red)
2. ஆரஞ்சு (Orange)
3. மஞ்சள் (Yellow)
4. பச்சை (Green)
5. நீலம் (Blue)
6. கரு நீலம் (Indigo)
7. ஊதா (Violet)

(VIBGYOR)

சூரிய ஒளியானது பிரிசத்தினுல் ஏழு நிறங்களாகப் பிரிக்கப்பட்டு, சுவரில் **நிறமாலை** (Spectrum) ஏற்படுகிறது. இந்த நிறமாலை கீழிருந்து மேல் நோக்கி ஊதா, கருநீலம், நீலம், பச்சை, மஞ்சள், ஆரஞ்சு, சிவப்பு என்ற நிறங்களால் ஆனது. VIBGYOR என்ற வார்த்தை மேற்படி நிறங்களை நினைவூட்டும். இச் சோதனையை முதன் முதலாக **நியூட்டன்** (Newton) என்ற பிரசித்திபெற்ற விஞ்ஞானி செய்தார்.

சூரிய ஒளியில் இந்த நிறங்கள் அடங்கியுள்ளன. ஒவ்வொரு நிறமுள்ள கிரணமும் பிரிசம் வழியாகச் செல்லும் பொழுது வெவ்வேறு அளவில் விலக்கப் படுகிறது. ஆகையினுல் நிறப்பிரிகை ஏற்படுகிறது. வெண்மை ஒளிக் கிரணங்கள் ஒரு பிரிசத்தின் வழியாகச் செல்லும் பொழுது ஏழு நிறங்களாகப் பிரிக்கப்படுவது **'நிறப்பிரிகை'** எனப்படும்.

நிறமாலைமானி (Spectrometer): ஒரு பிரிசம் வழியாக ஒளிக்கிரணங்கள் செல்லும்பொழுது ஏற்



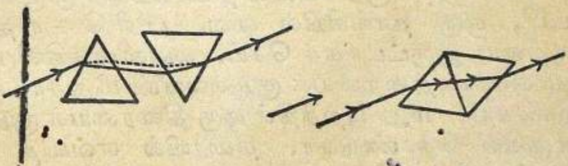
படம் 104. நிறமாலை மானி

படும் திசைமாற்றம், நிறப்பிரிகை இவற்றை ஆராய்ச்சி செய்வதற்கு **'நிறமாலைமானி'** உப

யோகப்படுகிறது. இதன் முக்கிய பாகங்கள்: (1) காலிமேட்டர் (Collimator)—இது ஒரு போக்கு ஒளிக் கற்றையைப் பிரிசத்தின் மேல் விழச் செய்கிறது. (2) பிரிசம் மேஜை (Prism table)—இதன் மத்தியில் பிரிசம் வைக்கப்பட்டுள்ளது. இதன் விளம்பில் கோண அளவுகள் வரையப்பட்டுள்ளன. (3) டெலிஸ்கோப்பு (Telescope)—நிறமாலைகளைப் பெரிதாகச் செய்து, பரிசோதிப்பதற்காக இது உபயோகப்படுகிறது. (4) தனி மைக்ரோஸ்கோப்பு (Simple Microscope)—இதனுதவியால் அளவுகோடுகளைப் பெரிதாக்கி, அளவீடுகளைக் குறித்துக் கொள்ளலாம்.

நிறமாலைமானியின் உதவியினால் சூரியன், நக்ஷத்திரங்கள் இவைகளிலிருந்து வரும் ஒளிகளைப் பரிசோதனை செய்யலாம். தவிர, எவ்விதச் சுவாலையையும் இக்கருவியைக்கொண்டு பரிசோதிக்கலாம். ரசாயன ஆராய்ச்சியில் ஒரு வாயுப்பொருளில் அடங்கியுள்ள மூலகங்களைக் கண்டறிய இக்கருவி உதவுகிறது.

வெண்மைக் கிரணங்களின் மறு தொகுப்பு (Recombination of white light): **சோதனை 65**:—வெண்மை ஒளிக்கிரணங்களை ஒரு பிரிசத்தின் வழி



படம் 105. வெண்மைக் கிரணங்களின் மறு தொகுப்பு

யாகச் செலுத்தி, அதிலிருந்து வரும் கிரணங்களை, உச்சி (Vertex) எதிர்புறமாக வைக்கப்பட்டுள்ள மற்றொரு பிரிசத்தின் வழியாச் செலுத்து. இரண்டாவது பிரசத்திலிருந்து வரும் கிரணங்களை

ஒரு திரையில் பிடி. திரையில் நிறமாலை ஏற்படுகிறதா என்று கவனி.

மேற்கூறிய சோதனையில் திரையில் பிடிக்கப் படும் கிரணங்கள் வெண்மையாகவே இருக்கின்றன. ஏனெனில், முதல் பிரிசத்தில் நிறப்பிரிகை அடைந்த ஒளி, இரண்டாவது பிரிசத்தில் மறு தொகுப்பு அடைந்து, மீண்டும் வெண்மை ஒளி உண்டாகிறது.

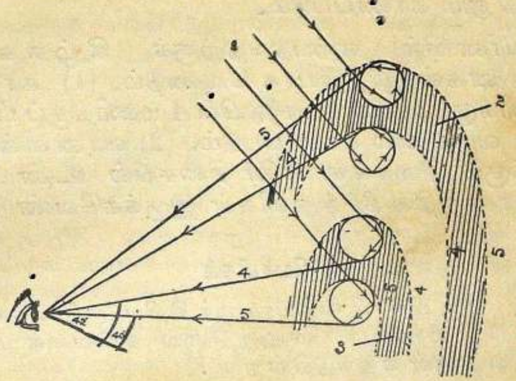
சோதனை 66:—ஒரு காகித வட்டத்தட்டில் (Cardboard disc) நிற மாலையில் காணும் ஏழு நிறங்களை அதே விகிதத்தில் தீட்டிக்கொள். அதன் மையத்தை ஒரு ஊசியில் பொருத்தி, தட்டை வேகமாகச் சுழலச் செய். அட்டையின் தோற்றத்தில் ஏற்படும் மாறுதலைக் கவனி.

தட்டில் உள்ள ஏழு நிறங்களும் சேர்ந்து, வெண்மை நிறமாகத் தோற்றமளிக்கும். இச் சோதனையை முதன் முதலில் **நியூட்டன்** (Newton) என்ற பிரசித்திபெற்ற விஞ்ஞானி செய்தார்.

வானவில் (Rainbow): **சோதனை 67:**—ஒரு மின்சாரக் கைவிளக்கின் லென்சின்மீது வெட்டுத்துளை உள்ள ஒரு அட்டை மூடியைப் பொருத்து. ஒரு சிறு கண்ணாடிக் குடுவையில் தண்ணீரை முழுவதும் நிரப்பி, ஒரு தாங்கியில் வை. பரிசோதனை அறையை இருட்டாகச் செய். கைவிளக்கிலிருந்து வரும் ஒளிக்கற்றையைக் குடுவையின் மீது சாய்வாக விழச்செய் மறு புறத்தில் ஒரு திரையைக் குடுவையினருகில் கொண்டுவா. திரையில் எவ்வித ஒளி காணப்படுகிறது?

வெண்மை ஒளிக்கற்றை குடுவையிலுள்ள தண்ணீரினல் நிறப்பிரிகையடைந்து, திரையில் நிறமாலை ஏற்படுகிறது. இச்சோதனை வானவில் உண்டாகும் விதத்தை விளக்குகிறது.

மழை பெய்யும் நாட்களில், மழை பெய்வதற்கு முன்பும், மழை பெய்த பிறகும், வானத்தில் பல நீர்த்துளிகள் உள்ளன. இவைகளின் மீது சூரியக்



படம் 106. வானவில் ஏற்படும் விதம்
1. சூரிய ஒளிக்கிரணங்கள்
2. துணை வானவில்
3. பிரதம வானவில்
4. சிவப்புக் கிரணம்
5. ஊதாக் கிரணம்

கிரணங்கள் விழுந்தால், நீர்த்துளிகள் சூரியனது வெண்மைக் கிரணங்களை நிறப்பிரிகை அடையுமாறு செய்கின்றன. நீர்த்துளிகள் கோளவடிவமுடையவை. ஒரு ஒளிக்கிரணம் ஓர் நீர்த்துளியில் விழுந்தால்,படம் 106-ல் காட்டியபடி அது ஒளி முறிவடைந்து, பூரண அகப் பிரதிபலிப்படைந்து, மீண்டும் ஒளி முறிவடைந்து வெளிவரும்பொழுது நிறமாலையாக மாறுதலடைகிறது. பல நீர்த்துளிகளில் நடைபெறும் நிறப்பிரிகையினால், வெளிப்புறத்தில் சிவப்பு நிறமும், உட்புறத்தில் ஊதா நிறமும் உள்ள வானவில் ஏற்படுகிறது. இது **பிரதம வானவில்** (Primary Rainbow) எனப்படும். சில சமயங்களில் இதனருகில் மங்கலான மற்றொரு

வானவில் காணப்படும். இதற்குத் துணை வானவில் (Secondary Rainbow) என்று பெயர். இதில் சிவப்பு நிறம் உட்புறத்திலும், ஊதா நிறம் வெளிப்புறத்திலும் காணப்படும்.

வானவில் ஏற்படுவதற்குக் கீழ்க்கண்ட நிபந்தனைகள் பூர்த்தியாக வேண்டும். (1) காலையில் 8 மணிக்கு முன்பும், மாலையில் 4 மணிக்குப் பிறகும் தான் வானவில் காணப்படும். (2) வானவில் சூரியனிருக்கும் திசைக்கு எதிர் திசையில் உண்டாகும். (3) வானத்தில் நீர்த்துளிகள் இருக்கவேண்டும்.

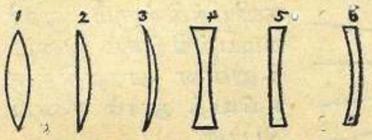
கேள்விகள்

1. ஒரு பிரிசம் வழியாக ஓர் சிறிய சூரிய ஒளிக் கற்றையைச் செலுத்தினால் எவ்வகை மாற்றங்கள் ஏற்படுகின்றன ?
2. ஒரு பிரிசத்தின் பீடத்தின் அருகில் ஒரு பொருள் வைக்கப்பட்டுள்ளது. பொருளின் எதிர் பக்கத்திலிருந்து பிரிசம் வழியாகப் பார்த்தால், பொருளின் பிம்பம் எப்படித் தோன்றும் ? விடையை விளக்க ஒரு படம் வரை.
3. பூரண அகப் பிரதிபலிப்புப் பிரிசத்தில் ஏற்படும் ஒளிப் பிரதிபலிப்பை, ஒரு படத்தின் மூலம் விளக்கு.
4. நிறமாலை உண்டாகும் விதத்தை விளக்கு.
5. நிறமாலைமானியின் பாகங்களைக் கூறு.
6. வானவில் எப்படி உண்டாகிறது ?
7. வானவில் ஏற்படுவதற்கான நிபந்தனைகளைக் கூறு.
8. பிரதம வானவில்லிற்கும், துணை வானவில்லிற்கும் உள்ள வித்தியாசத்தை எழுது.

அத்தியாயம் 19

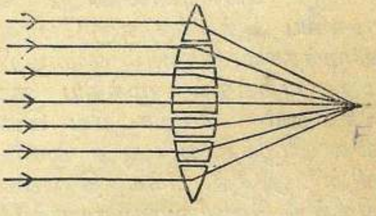
லென்ஸ்கள்

லென்ஸ் என்பது கோள வடிவப் பரப்புகளுடைய ஒளி புகும் ஊடகம். படத்தில் பலவகை லென்ஸ்கள் காட்டப்பட்டுள்ளன. நடுவில் பருத்தும், ஓரங்களில் மெல்லியதாகவும் இருந்தால், அவ்வகை லென்ஸ்கள் குவி லென்ஸ்கள் எனப்படும். நடுவில் மெல்லியதாகவும், ஓரங்களில் பருத்தும் இருந்தால், அவ்வகை லென்ஸ்கள் குழி லென்ஸ்கள் எனப்படும்.



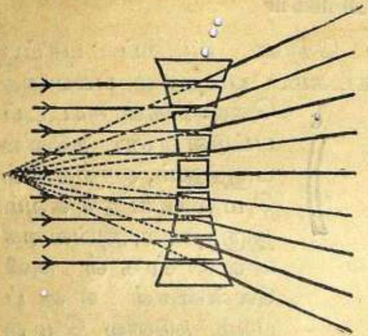
படம் 107. லென்ஸ்கள்
1, 2, 3 குவி லென்ஸ்கள்
4, 5, 6 குழி லென்ஸ்கள்

லென்ஸின் மையப் புள்ளிக்கு ஒளி மையம் (Optic centre) என்று பெயர். ஒரு லென்ஸானது பல பிரிசம்கள் சேர்ந்து உண்டான ஊடகம் எனக்கருதலாம். ஒவ்வொரு பிரிசமும் அதன் மீது விழும் ஒளிக் கிரணத்தைத் திசை மாற்றம் அடையச் செய்கிறது. இவ்வாறு திசைமாற்றம் அடைந்து ஒரு போக்குக் கிரணங்கள் குவி லென்ஸின் மறு பக்கத்தில் ஒரு புள்ளியில் ஒருங்குகூடும். இப்புள்ளிக்கு குவி லென்ஸின் முக்கிய குவியம் எனப்பெயர். குழி லென்ஸில் திசை மாற்றம் அடைந்த ஒளிக்கிரணங்கள் மறுபக்கத்தில் விரிந்து ஒரு புள்ளியிலிருந்து வெளி வருவதாகத் தோன்றும். இப்புள்ளிக்கு குழி லென்ஸின் முக்கிய குவியம் எனப் பெயர்.



படம் 108. குவிலென்ஸின் முக்கிய குவியம்

ஒரு லென்ஸின் ஒளி மையத்தையும் முக்கிய குவியத்தையும் சேர்க்கும் கோட்டுக்கு லென்ஸின் முக்கிய அச்சு எனப்பெயர். முக்கிய குவியத்திற்கும் ஒளி மையத்திற்கும் இடையிலுள்ள தூரத்திற்கு குவியத் தூரம் எனப் பெயர்.



படம் 109. குழி லென்ஸின் முக்கிய குவியம்

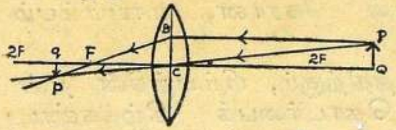
லென்ஸ்களில் ஏற்படும் பிம்பங்கள்: லென்ஸ்களில் ஏற்படும் பிம்பங்களை நிர்ணயிப்பதற்குக் கீழ்க்கண்ட விதிகளை அனுசரிக்கலாம்.

(1) பொருளினின்று வரும் ஒளிக்கிரணம் முக்கிய அச்சுக்கு ஒரு போக்காகக் குவி லென்ஸில் விழுந்தால், கிரணம் ஒளிமுறிவடைந்து, லென்ஸின் மறு புறத்தில் முக்கிய குவியத்தின் வழியாகச் செல்லும். மேற்கூறிய கிரணம் ஒரு குழி லென்ஸில் விழுந்தால், அது ஒளி முறிவடைந்து, லென்ஸின் அதே பக்கத்திலுள்ள முக்கிய குவியத்திலிருந்து வெளிவருவதாகத் தோன்றும்.

(2) பொருளினின்று வரும் ஒளிக் கிரணம் லென்ஸின் ஒளி மையத்தின் வழியாகச் சென்றால், அது திசை மாறுதலடையாமல் நேராகச் செல்லும்.

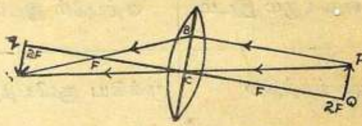
குவி லென்ஸ் : சோதனை 68 :—(*a*) ஒளி அளவு சட்டம் ஒன்றை மேஜையின் மீது வை. ஒரு தாங்கியில் ஓர் குவி லென்ஸைச் செங்குத்தாகப் பொருத்தி, சட்டத்தின் மத்தியில் வை. ஒரு முனை

யில் ஒரு தாங்கியில் பொருத்தப்பட்ட எரியும் மெழுகுவர்த்தியை வை. லென்ஸின் மறு புறத்தில் ஒரு திரையை வை. திரையை முன்னும் பின்னும் நகர்த்தி, மெழுகு



படம் 110. குவி லென்ஸில் ஏற்படும் நிஜ, சிறிய பிம்பம்

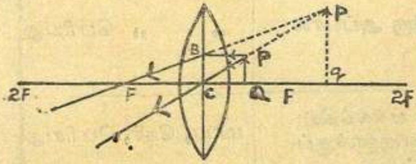
வர்த்தியின் தெளிவான பிம்பத்தைத் திரையில் பிடி. பிம்பத்தின் தன்மையைக் கவனி. லென்ஸுக்கும் வர்த்திக்கும் உள்ள தூரத்தை மாற்றி, சோதனையை ஐந்தாறு தடவை திரும்பச் செய். ஒவ்வொரு தடவையும் பிம்பம்



படம் 111. குவி லென்ஸில் ஏற்படும் நிஜ, சம பிம்பம்

நேராக உள்ளதா, தலைகீழாக உள்ளதா, பொருளைவிடப் பெரியதா, சிறியதா என்பவற்றைக் கவனி.

(b) மெழுகுவர்த்தியைக் குவியத் தூரத்திற்குள் வைத்து, திரையில்பிம்பத்தைப் பிடிக்க முடியுமா என்று கவனி. திரையில் பிடிக்க முடியா விட்டால் லென்ஸின் மறு பக்கத்திலிருந்து வர்த்தியின்



படம் 112. குவி லென்ஸில் ஏற்படும் மாய பிம்பம்

தோற்றத்தைக் கவனி.

பொருள் லென்ஸிலிருந்து குவியத் தூரத்திற்கப்பால் வைக்கப்பட்டால், தலைகீழான நிஜ

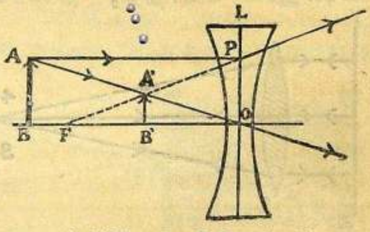
பிம்பம் உண்டாகும். பொருள் குவியத் தூரத்திற்குள் வைக்கப்பட்டால் நேரான, மாயபிம்பம் உண்டாகும்.

பொருளின் தூரத்திற்கும், பிம்பத்தின் தன்மைக்கும் உள்ள தொடர்பைக் கீழ்க்கண்ட அட்டவணை விளக்கும். (லென்ஸ்களில் ஒளி மையத்திலிருந்து இருமடங்கு குவியத் தூரமுள்ள புள்ளி 2 F எனப்படும்.)

பொருள் வைக்கும் இடம்	பிம்பம் ஏற்படும் இடம்	பிம்பத்தின் தன்மை
அனந்தத்தில்	முக்கிய குவியத்தில்	நிஜம், தலை கீழ், மிகச் சிறியது
2 F க்கு அப்பால்	2 Fக்கும் Fக்கும் மத்தியில்	,, ,, சிறியது
2 F ல்	2 F ல்	,, ,, சமம்
2 F க்கும் F க்கும் மத்தியில்	2 Fக்கு அப்பால்	,, ,, பெரியது
Fக்கும் லென்ஸுக்கும் மத்தியில்	அதே பக்கத்தில் பொருளுக்குப் பின்னல்	மாய, நேர், பெரியது

சோதனை 69 :—குழி லென்ஸ் : ஒளி அளவு சட்டம் ஒன்றை மேஜை மீது வை. ஒரு தாங்கியில் ஓர் குழி லென்ஸைச் செங்குத்தாகப் பொருத்தி, சட்டத்தின் நடுவில் வை. ஒரு முனையில் ஒரு தாங்கியில் பொருத்தப்பட்ட எரியும்

மெழுகுவர்த்தியை வை. மெழுகுவர்த்தியின் பிம்பத்தைத் திரையில் பிடிக்க முயற்சி செய். திரையில் பிடிக்க முடியாவிட்டால் லென்ஸின் மறு பக்கத்திலிருந்து மெழுகுவர்த்தியின் தோற்றத்தைக் கவனி.



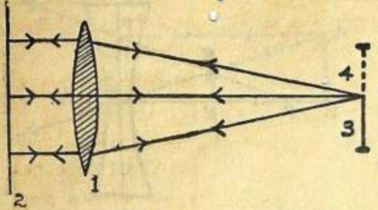
படம் 113. குழி லென்ஸில் ஏற்படும் பிம்பம்

குழி லென்ஸில் ஏற்படும் பிம்பம் மாய பிம்பமாதலால் அதைத் திரையில் பிடிக்க முடியாது. பொருள் எங்கு இருந்தாலும் ஒரேவிதமான பிம்பம் உண்டாகிறது. பிம்பம் நேராகவும், பொருளைவிடச் சிறியதாகவும் இருக்கும்.

குவிலென்ஸின் குவியத் தூரத்தை அளத்தல்: **சோதனை 70:**—ஒரு ஒளி அளவு சட்டத்தை மேஜையின் மீது வை. ஒரு தாங்கியில் ஒரு குவி லென்ஸைச் செங்குத்தாகப் பொருத்தி, சட்டத்தின் மீது வை. வெகு தூரத்திலுள்ள ஒரு கட்டடம் அல்லது மரங்கள் இருக்கும் திசையில் லென்ஸைத் திருப்பு. திரை ஒன்றைச் சட்டத்தின்மீது லென்ஸின் பின்புறத்தில் வைத்து, முன்னுக்கும் பின்னுக்கும் நகர்த்து. திரையில் தூரத்திலுள்ள பொருளின் தெளிவான பிம்பத்தைப் பிடி. இப்பொழுது திரைக்கும் லென்ஸின் மையத்திற்கும் உள்ள தூரத்தை அளந்துகொள். இதுவே லென்ஸின் குவியத் தூரம்.

சோதனை 71:—மேஜையின் மீது ஒளி அளவு சட்டமொன்றை வை. சட்டத்தின் ஒரு முனையில் தாங்கியில் பொருந்தியுள்ள ஒரு சமதள ஆடியும் அதற்கு முன்புறத்தில் ஒரு குவி லென்ஸையும் வை. லென்ஸிற்கு எதிரில் சிறிது தூரத்தில் ஓர் எரியும்

மெழுகுவர்த்தியை வை. அதன் அருகில் அதே தூரத்தில் ஒரு திரையை வை. லென்ஸை முன்னும் பின்னும் நகர்த்தி, திரையில் மெழுகுவர்த்தியின் தெளிவான பிம்பம் விழும்படிச் செய். இப்பொழுது மெழுகுவர்த்திக்கும், லென்ஸிற்கும் இடையிலுள்ள தூரத்தை அளந்து கொள். இது லென்ஸின் குவியத் தூரம். பொருள் லென்ஸின் முக்கிய குவியத்திலிருந்தால், பொருளிலிருந்து வெளிவரும் கிரணங்கள் லென்ஸின் வழியாகச் சென்று, ஒரு போக்குக் கற்றையாக மாறி, சமதள ஆடியில் விழுகின்றன. இக்கற்றை பிரதிபலித்து, வந்த திசையில் திரும்பி, பொருள் இருக்குமிடத்திலேயே ஓர் பிம்பத்தைத்திரையில் விழச்செய்யும்.



படம் 114. குவிலென்ஸின் குவியத் தூரத்தை அளத்தல்
1. குவி லென்ஸ் 2. சமதள ஆடி
3. பொருள் 4. பிம்பம்

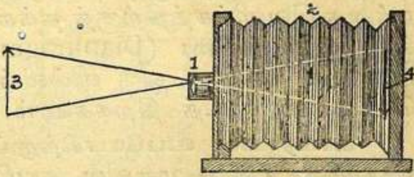
கேள்விகள்

1. லென்ஸின் இரு முக்கிய வகைகள் யாவை?
2. ஒரு குவி லென்ஸின் (a) ஒளி மையம், (b) முக்கிய குவியம், இவற்றை விளக்கு.
3. ஒரு குவி லென்ஸிற்கும், அதன் முக்கியக் குவியத்திற்கும் இடையே ஒரு பொருளை வைத்தால், எவ்வகை பிம்பம் ஏற்படுகிறது என்பதைப் படம் வரைந்து விளக்கு.
4. ஒரு குழி லென்ஸில் ஏற்படும் பிம்பத்தின் தன்மைகளை எழுது.
5. ஒரு குவி லென்ஸின் குவியத் தூரத்தை எப்படிக் கண்டுபிடிப்பாய்?

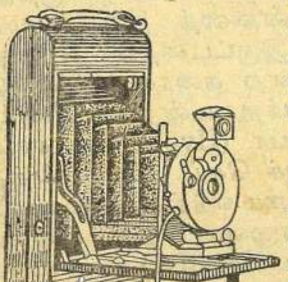
அத்தியாயம் 20

ஒளிக்கருவிகள்

லென்ஸ்களை உபயோகித்து அமைக்கப்பட்டிருக்கும் பல கருவிகள் நமது தினசரி வாழ்க்கையில் பயன்படுகின்றன. அறிவு வளர்ச்சிக்கும், பொழுது போக்கிற்கும் இக்கருவிகள் உதவுகின்றன. உதாரணமாக, டெலிஸ்கோப்பைக் கொண்டு வான சாஸ்திர ஆராய்சிகள் செய்து வருகின்றனர். மைக்ரோஸ்கோப்பு வைத்தியத் துறையிலும், ஆராய்ச்சி சாலைகளிலும் ஒரு முக்கிய கருவியாகும். காமிரா, பைனுக்குலர், படவிளக்கு இவை எல்லாம் பொழுது போக்கிற்கு உபயோகப்படுகின்றன.



படம் 115. காமிராவின் தத்துவம்
1. லென்ஸ்
2. துருத்தி
3. பொருள்
4. திரை



படம் 116. காமிரா

காமிரா: தூரத்திலுள்ள ஒரு பொருளிலிருந்துவரும் ஒளிக் கிரணங்கள் ஒரு குவி லென்ஸின் வழியாகச் சென்று, பொருளின் சிறிய, நிஜ பிம்பம் ஒன்றை ஒரு திரையில் உண்டாக்குகிறது. இதுதான் காமிராவின் தத்துவம். இக்கருவியில் மூன்று முக்கிய பாகங்கள் உள்ளன. (1) ஒளிபுக முடியாத, துருத்தியின் அமைப்பு உள்ள ஓர் அறை. (2) முன்புறத்தில் பொருந்தப்பட்ட ஒரு குவி-

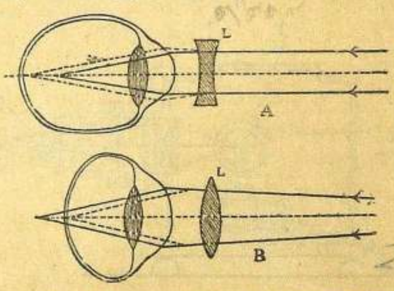
லென்ஸ். (3) பின்புறத்தில் ஒரு தேய்ப்புக் கண்ணடித் திரை. காமிராவின் துருத்தி மெல்லிய தோலினால் செய்யப்பட்டது. எனவே, திருகுகளைக் கொண்டு லென்ஸிற்கும் திரைக்கும் இடையிலுள்ள தூரத்தை மாற்ற முடியும். லென்ஸின் நடு துவாரத்தை வெளிச்சத்திற்குத் தக்கபடி மாற்றுவதற்கு, ஒரு இடைத்திரை (Diaphragm) உண்டு. 'டிரிகர்' (Trigger) என்ற ஒரு வில்லின் உதவியினால் லென்ஸை மூடித் திறக்கலாம்.

காமிராவை உபயோகித்துப் படம் பிடித்தல்: **சோதனை 72**:—முதலில் காமிராவைப் பொருள் இருக்கும் திசையில் திருப்பி, தேய்ப்புக் கண்ணடித் திரையில் பொருளின் தெளிவான பிம்பம் விழும்படித் துருத்தியின் நீளத்தைச் சரிப்படுத்து. வெளிச்சத்திற்குத் தக்கபடி இடைத்திரையின் துவாரத்தை வைத்துக்கொள். லென்ஸை மூடு. தேய்ப்புக் கண்ணடித் திரையை எடுத்துவிட்டு, அவ்விடத்தில் போட்டோ பிலிமை (Photographic film) பொருத்து. வில்லின் உதவியால் லென்ஸைத் திறந்து மூடு. பிறகு போட்டோ பிலிமை இருட்டறையில் திறந்து, **உருதுலக்கி** (Developer) என்ற கரைசலில் போடு. உருவம் தெளிவாக வந்தவுடன் பிலிமைத் தண்ணீரில் கழுவி ஹைபோ (Hypo) கரைசலில் போட்டு, படத்தைப் பதியச் செய். சுமார் பத்து நிமிஷங்களுக்கு பிறகு பிலிமை எடுத்து, அரைமணி நேரம் ஓடும் தண்ணீரில் கழுவு. பிறகு பிலிமை உலர்த்து. இது நெகட்டிவ் (Negative) எனப்படும். இதைக்கொண்டு போட்டா காகிதங்களில் பாஸிடிவ் (Positive) பிரதிகள் தயார் செய்து கொள்ளலாம்.

பார்வைக் குறைவுகள்—மூக்குக் கண்ணடிகள்: கண் பலவிதங்களில் ஒரு காமிராவை ஒத்துள்ளது. இரண்டிலும் ஒளிபுகாத அறை, குவி லென்ஸ், திரை இம்மூன்றும் உள்ளன. காமிராவில் வெவ்வேறு தூரத்திலுள்ள பொருள்களின் பிம்பங்க

ளைத் திரையில் தெளிவாக விழச்செய்ய, லென்ஸிற்கும் திரைக்கும் இடையிலுள்ள தூரத்தை மாற்றுகிறோம். ஆனால் கண்ணில் உள்ள **விழிலென்ஸ்** (Crystalline Lens) அதன் வளைவை மாற்றி, வெவ்வேறு தூரத்திலுள்ள பொருள்களின் பிம்பங்களை **விழித்திரையில்** (Retina) விழச்செய்கிறது.

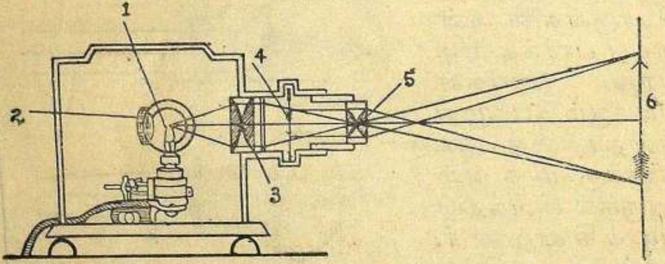
சாதாரணப் பார்வை உள்ளவர்களுக்கு பொருள்களின் பிம்பங்கள் சரியாக விழித்திரையில் விழும். பார்வைக் குறைவு (Defective vision) உள்ளவர்களுக்கு பிம்பம் சரியாக விழித்திரையில் விழுவதில்லை. திரையின் முன்புறத்தில் பிம்பம் ஏற்பட்டால், அக்குறைவு **கிட்டப் பார்வை** (Short sight) எனப்படும். பிம்பம் திரையின் பின்புறத்தில் ஏற்பட்டால், அக்குறைவு **எட்டப் பார்வை** (Long sight) எனப்படும். பாலிய பருவத்தில் சிலருக்குக் கிட்டப் பார்வை ஏற்படுகின்றது. இப்படிப்பட்டவர்கள் தூரத்திலுள்ள பொருள்களை நன்ருகப் பார்க்க முடியாது. இவர்கள் படிக்கும் பொழுது புஸ்தகத்தை கண்களுக்கு மிகவும் அருகில் வைத்துப் படிக்கின்றனர். நாற்பது வயதிற்கு மேற்பட்ட சிலருக்கு எட்டப் பார்வை ஏற்படுகின்றது. இப்படிப்பட்டவர்கள் கிட்டத்திலுள்ள பொருள்களை நன்ருகப் பார்க்கமுடியாது. புத்தகத்தைப் படிக்கும்பொழுது சற்று தூரத்தில் வைத்துப் படிக்கின்றனர்.



படம் 117. பார்வைக் குறைவுகளை நிவர்த்தித்தல்
A. கிட்டப்பார்வை
B. எட்டப்பார்வை
L. லென்ஸ்

கிட்டப் பார்வை உள்ளவர்கள் குழி லென்ஸைக் கொண்ட மூக்குக் கண்ணாடிகளை உபயோகித்துப் பார்வைக் குறைவை நிவர்த்திக்கின்றனர். பொருளிலிருந்துவரும் ஒளிக்கிரணங்கள் குழி லென்ஸின் வழியாகச் செல்லும் பொழுது விரிவடைந்து, தெளிவான பிம்பத்தை விழித்திரையில் விழச்செய்கின்றன. எட்டப் பார்வை உள்ளவர்கள் குவிலென்ஸைக் கொண்ட மூக்குக் கண்ணாடிகளை உபயோகித்து, பார்வைக் குறைவை நிவர்த்திக்கின்றனர். பொருளிலிருந்து வரும் ஒளிக்கிரணங்கள் குவிலென்ஸின் வழியாகச் செல்லும்பொழுது ஒருங்குகூடி, தெளிவான பிம்பத்தை விழித்திரையில் விழச் செய்கின்றன.]

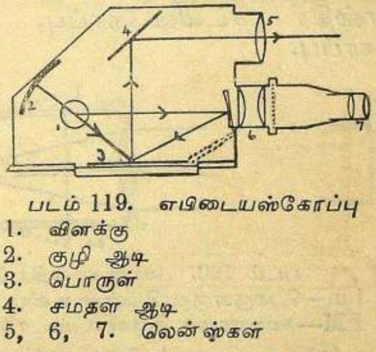
[படவிளக்கு (Optical lantern): ஒரு குவிலென்ஸின் குவியத் தூரத்திற்குச் சிறிது அப்பால் ஒரு பொருளை வைத்தால், பெரிய, நிஜ பிம்பம் ஒன்று



படம் 118. பட விளக்கு
1. விளக்கு 2. குழி ஆடி 3. ஒளிதொகு—லென்ஸ்
4. ஸ்லைடு 5. குவிக்கும் லென்ஸ் 6. திரை

தூரத்திலுள்ள திரையில் விழுகிறது. இதுதான் படவிளக்கின் தத்துவம். இக்கருவியில் ஒரு குழி ஆடியின் முக்கியக் குவியத்தில் ஒரு பிரகாசமான விளக்கு பொருத்தப்பட்டுள்ளது. விளக்கிலிருந்து வரும் கிரணங்கள் ஆடியில் பிரதிபலித்து,

ஒரு போக்குக் கற்றையாக வெளிவருகின்றன. இக்கிரணங்கள் விளக்கின் மறுபுறத்தில் உள்ள **ஒளி தொகு லென்ஸில்** (Condensing lens) விழுகின்றன. கருவியின் முன்புறத்தில் ஒரு **குவிக்கும் லென்ஸ்** (Focussing lens) முன்னும், பின்னும் அசையும்படி வைக்கப்பட்டுள்ளது. தொகு லென்ஸிற்கும் குவிக்கும் லென்ஸிற்கும் இடையில், குவிக்கும் லென்ஸின் முக்கிய குவியத்திற்குச் சற்று அப்பால், ஒளி புகக்கூடிய ஸ்லைடு (Lantern Slide) ஒன்று தலைகீழாக ஒரு சட்டத்தில் (Slide holder) பொருத்தப்பட்டுள்ளது. தொகு லென்ஸிலிருந்து வரும் ஒளிக்கிரணங்கள் ஸ்லைடை பிரகாசிக்கச் செய்கின்றன. பிறகு கிரணங்கள் குவிக்கும் லென்ஸின் வழியாகச் சென்று, வெண்மைத் திரையில் ஸ்லைடில் உள்ள படத்தின் நேரான, பெரிய பிம்பத்தை விழச் செய்கின்றன. குவிக்கும் லென்ஸை நகர்த்தி, திரையிலுள்ள பிம்பத்தைத் தெளிவாகச் செய்யலாம்.



படம் 119. எபிடையஸ்கோப்பு

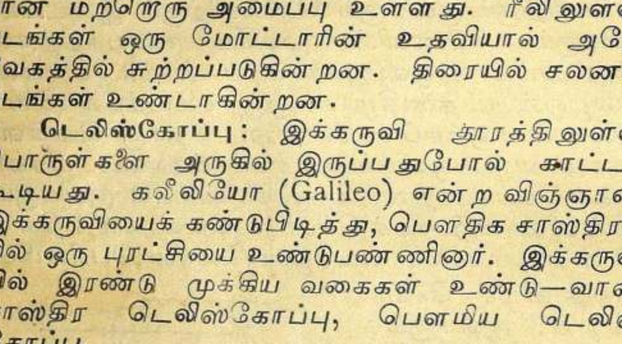
1. விளக்கு
2. குழி ஆடி
3. பொருள்
4. சமதள ஆடி
5, 6, 7. லென்ஸ்கள்

எபிடயஸ்கோப்பு (Epidiascope): தற்காலத்தில் எபிடையஸ்கோப்பு என்னும் கருவியைக் கொண்டு ஒளிபுகாப் பொருள்களின் பிம்பங்களையும் படமாகத் திரையில் காட்டலாம். படவிளக்குகளிலுள்ள பாகங்களைத் தவிர, இக்கருவியில் பிரதிபலிக்கும் இரு சமதள ஆடிகளும் உள்ளன. இக் கருவியைச் சாதாரண படவிளக்காகவும் உபயோகிக்கலாம்.

விக்ஷேபகம் (Projector): சினிமாப் படங்கள் காட்ட உபயோகமாகும் விக்ஷேபகம் என்னும்

கருவியில், படவிளக்கும் மற்றும் சில பிரத்தியேக அமைப்புகளும் உள்ளன. ஒரு ஸ்லைடுக்குப் பதிலாக பல படங்கள் கோர்வையாக உள்ள பிலிம் ரீல்கள் (Film Reels) இதில் உபயோகிக்கப்படுகின்றன. லென்ஸிற்கு முன்னால் ஒரு செகண்டுக்குப் பதினாறு தடவை லென்ஸைத் திறந்து மூடும்படியான மற்றொரு அமைப்பு உள்ளது. ரீலிலுள்ள படங்கள் ஒரு மோட்டாரின் உதவியால் அதே வேகத்தில் சுற்றப்படுகின்றன. திரையில் சலனப் படங்கள் உண்டாகின்றன.

டெலிஸ்கோப்பு: இக்கருவி தூரத்திலுள்ள பொருள்களை அருகில் இருப்பதுபோல் காட்டக் கூடியது. கலீலியோ (Galileo) என்ற விஞ்ஞானி இக்கருவியைக் கண்டுபிடித்து, பௌதிக சாஸ்திரத்தில் ஒரு புரட்சியை உண்டுபண்ணினார். இக்கருவியில் இரண்டு முக்கிய வகைகள் உண்டு—வான சாஸ்திர டெலிஸ்கோப்பு, பௌமிய டெலிஸ்கோப்பு.



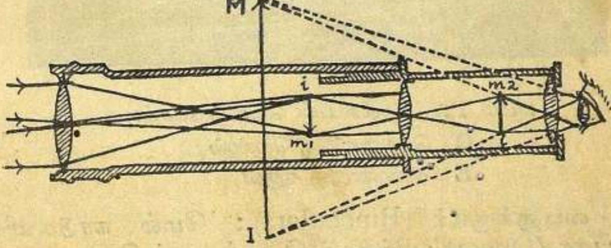
படம் 120. வானசாஸ்திர டெலிஸ்கோப்பு
i m—பொருளருகு லென்ஸ் உண்டாக்கும் பிம்பம்
I M—கண்ணருகு கருவி உண்டாக்கும் பிம்பம்

(a) வான சாஸ்திர டெலிஸ்கோப்பு:—இக்கருவியில் இரண்டு குவிலென்ஸுகள் ஒரே அச்சிலிருக்குமாறு, பித்தளை சிலிண்டர்களில் பொருத்தப் பட்டுள்ளன. இவைகளின் இடையே உள்ள தூரம் இவற்றின் குவியத் தூரங்களின் தொகையாகும். குவியத் தூரம் அதிகமுள்ள லென்ஸ் பொருள் இருக்கும் திசையை நோக்கி வைக்கப்பட்டிருக்

கிறது. இதற்கு பொருளருகு லென்ஸ் (Object glass) என்று பெயர். தூரத்திலுள்ள பொருளிலிருந்து வரும் கிரணங்கள் இந்த லென்ஸின் வழியாகச் சென்று, அதன் முக்கிய குவியத்திற்குச் சற்று அப்பால், தலைகீழாகவும், சிறியதாகவுமுள்ள ஒரு நிஜ பிம்பத்தை உண்டாக்குகின்றன. இந்த பிம்பம் குறைவான குவியத் தூரமுள்ள இரண்டாவது லென்ஸிற்கும், அதன் முக்கியக் குவியத்திற்கும் இடையில் விழுகிறது. இந்த லென்ஸ் பிம்பத்தை, உருப்பெருக்கி, பெரிய பிம்பமாகக் கண் எதிரில் தெரியும்படிச் செய்கிறது. இரண்டாவது லென்ஸிற்கு **கண்ணருகு கருவி** (Eye-piece) எனப் பெயர்.

வான சாஸ்திரத்தில் இவ்வித டெலிஸ்கோப்பை உபயோகித்துத்தான் சூரியன், சந்திரன், நக்ஷத்திரங்கள் இவைகளை யெல்லாம் ஆராய்கின்றனர். இதில் ஏற்படும் பிம்பம் தலைகீழாக உள்ள போதிலும், பொருள்கள் வட்டமாக இருப்பதனுல் பிம்பத்தில் வித்தியாசம் தெரியாது.

(*b*) **பௌமிய டெலிஸ்கோப்பு:** பூமியில் தூரத்திலுள்ள பொருள்களைப் பார்க்க வான சாஸ்திர



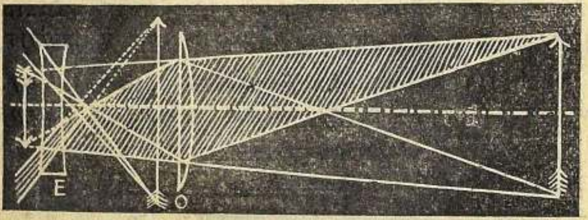
படம் 121. பௌமிய டெலிஸ்கோப்பு

டெலிஸ்கோப்பு உபயோகப்படாது. ஏனென்ருல் அதில் பிம்பங்கள் தலைகீழாகக் காணப்படும்.

பிம்பத்தை நேராகப் பார்ப்பதற்கு பௌமிய டெலிஸ்கோப்பு என்றும், கலீலியன் (Galilean) டெலிஸ்கோப்பு என்றும் இருகருவிகள் உள்ளன.

பௌமிய டெலிஸ்கோப்பில் மூன்று குவி லென்ஸுகள் வைக்கப்பட்டுள்ளன. பொருளருகு லென்ஸினால் ஏற்படும் பிம்பத்தை, நடுவில் உள்ள லென்ஸ் நேராகத் திருப்புகிறது. இந்த இரண்டாவது பிம்பத்தை கண்ணருகு கருவியாக உதவும் கடைசி லென்ஸ் உருப்பெருக்குகிறது. இக்கருவியில் பொருளின் பெரிய, நேரான பிம்பம் கண் அருகில் கிடைக்கும்.

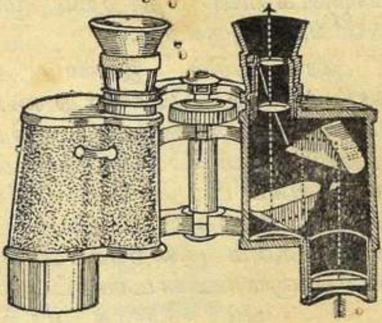
(*c*) **கலீலியன் டெலிஸ்கோப்பு**:—இதில் ஒரு குழிலென்ஸ் கண்ணருகு கருவியாக உபயோகிக்கப்படுகிறது. இதனுதவியால் நேரான பெரிய பிம்பம் ஏற்படுவதைப் படம் 122-ல் காணலாம்.



படம் 122. கலீலியன் டெலிஸ்கோப்பு
O பொருளருகு லென்ஸ்
E கண்ணருகு கருவி

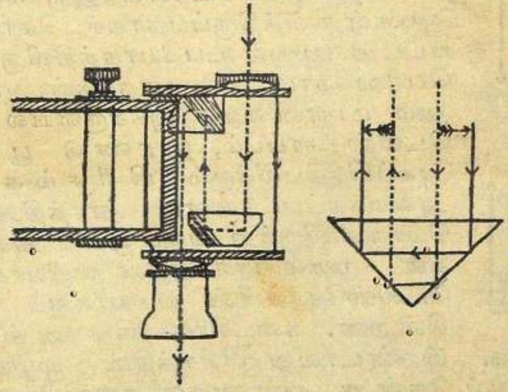
பைனுக்குலர் (Binoculars): மேல் நாடுகளில் ஆபரா (Opera) பார்க்கச் செல்லும்பொழுது, கனவான்களும் சீமாட்டிகளும் **ஆபார கிளாஸ்** (Opera glass) என்னும் கருவியை உபயோகித்து, மேடை நிகழ்ச்சிகளை நன்கு கவனிப்பர்.

இக்கருவிக்கு பௌதிக சாஸ்திரத்தில் பைனக்குலர் என்று பெயர். இதன் தோற்றத்தைப் படம் 123-ல் காணலாம். குதிரைப் பந்தயத்திற்குச் செல்பவர்களும், கிரிக்கெட்டு ஆட்டத்தைப் பார்ப்பவர்களும் இக்கருவியை அதிகமாக உபயோகிக்கின்றனர். ஏனெனில் இதுவும் ஒரு டெலிஸ்கோப்பைப் போன்ற கருவி. தூரத்திலுள்ள பொருள்களைப் பெரியதாக அருகில் காட்டும்.



படம் 123. பைனக்குலர்

டெலிஸ்கோப்பை உபயோகிக்கும் பொழுது பொருள்களை ஒரு கண்ணால் தான் பார்க்கமுடியும்.

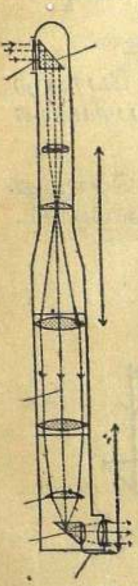


படம் 124. பைனக்குலரின் அமைப்பு

ஆனல் பைனக்குலரை உபயோகித்தால் இரு கண்

களாலும் பொருள்களைப் பார்க்கலாம். எனவே, பொருள்களின் தோற்றம் முன்பைவிட அதிகத் தெளிவாக இருக்கும்.

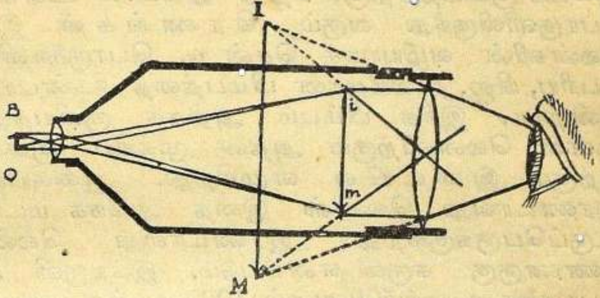
ஆரம்பத்தில் இரண்டு கலீலியன் டெலிஸ்கோப்புகளை உபயோகித்து பைனக்குலர் தயாரித்தனர். தற்காலத்தில் உபயோகிக்கும் பைனக்குலரில் இரண்டு குவிலென்ஸுகளைத் தவிர, இரண்டு பூரண அகப் பிரதிபலிப்பு பிரிசம்களும் உள்ளன. இந்தப் பிரிசம்களை உபயோகிப்பதனால் கருவியின் நீளம் மிகவும் குறைக்கப்படுகிறது. தவிர, முதல் லென்ஸினால் உண்டாக்கப்படும் தலைகீழான பிம்பம் நேராக மாற்றப்படுகிறது. கண்ணருகு கருவியில் காணப்படும் பிம்பம் அருகிலும், நேராகவும், பெரியதாகவும் இருக்கும்.



படம் 125. பெரிஸ்கோப்

பெரிஸ்கோப்பு (Periscope): பெரிஸ்கோப்பின் தத்துவத்தைப்பற்றிக் கூறும்பொழுது, அதில் 45° கோணத்தில் அமைக்கப்பட்டுள்ள இரு சமதள ஆடிகள் வைத்திருப்பதாகச் சொல்லப் பட்டது. ஆனால் உபயோகத்திலிருக்கும் பெரிஸ்கோப்பின் பாகங்கள் முற்றிலும் மாறானவை. இக்கருவியில் ஒரு டெலிஸ்கோப்பும், இரண்டு பூரண அகப்பிரதிபலிக்கும் பிரிசம்களும் அமைக்கப்பட்டுள்ளன. தூரத்திலுள்ள பொருளிலிருந்து வரும் ஒளிக் கிரணங்கள் முதல் பிரிசத்தின் வழியாகவும், டெலிஸ்கோப்பின் வழியாகவும் செல்கின்றன. கடைசியில் கிரணங்கள் இரண்டாவது பிரிசத்தின் வழியாகச் சென்று, கண்ணருகு கருவியில் பெரிதான, நேரான பிம்பத்தை அருகில் உண்டாகும்படிச் செய்கின்றன.

கூட்டு மைக்ரோஸ்கோப்பு (Compound Microscope). வைத்திய சாலைகளிலும், ஆராய்ச்சி சாலைகளிலும், கண்ணுக்குப் புலப்படாத மிகச் சிறிய



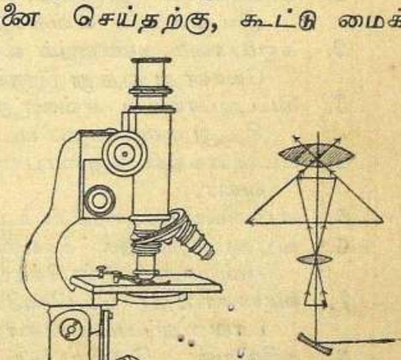
படம் 126. கூட்டு மைக்ரோஸ்கோப்பு

O B பொருள்

i m பொருளருகு லென்ஸ் உண்டாக்கும் பிம்பம்

I M கண்ணருகு கருவி உண்டாக்கும் பிம்பம்

பொருளைப் பரிசீலனை செய்தற்கு, கூட்டு மைக்ரோஸ்கோப்பு என்னும் கருவி அதிகமாக உபயோகிக்கப்படுகிறது.



படம் 127.
கூட்டு மைக்ரோஸ்கோப்பு

இக்கருவியில் இரண்டு குவி லென்ஸ்கள் ஒரே அச்சிலிருக்குமாறு, பித்தளை சிலிண்டர்களில் பொருத்தப் பட்டுள்ளன. இவைகளின் இடையே உள்ள தூரம் இவற்றின் குவியத் தூரங்களின்

தொகையாகும். குவியத் தூரம் குறைவாக உள்ள, சிறிய லென்ஸ் பொருளருகு லென்ஸாக உபயோகப்படுகிறது. பொருளானது இந்த லென்சின் முக்கிய குவியத்திற்குச் சற்று அப்பால் உள்ளது. பொருளிலிருந்து வரும் கிரணங்கள் இந்த லென்ஸின் வழியாகச் சென்று, பொருளைவிடப் பெரிய, நிஜ, தலைகீழான பிம்பத்தை உண்டாக்குகின்றன. இந்த பிம்பம் அதிகக் குவியத்தூரமுள்ள லென்ஸிற்கும் அதன் முக்கிய குவியத்திற்கும் இடையில் விழுகிறது. ஆகையினால் இரண்டாவது லென்ஸ் இதை அநேக மடங்கு உருப்பெருக்குகிறது. இரண்டாவது லென்ஸ் கண்ணருகு கருவி எனப்படும். இக்கருவி ஒரு பொருளை சுமார் 500 முதல் 1000 மடங்கு வரையில் பெரியதாகத் தோன்றும்படிச் செய்யும்.

கேள்விகள்

1. காமிராவில் துருத்தி, இடைத்திரை, டிரிகர் இம்மூன்றும் எவ்வாறு பயன்படுகின்றன?
2. காமிராவும், கண்ணும் எவ்விதங்களில் ஒன்றையொன்று ஒத்து இருக்கின்றன
3. கிட்டப்பார்வை எவ்வாறு நிவர்த்திக்கப் படுகிறது என்பதைப் படம் வரைந்து விளக்கு.
4. படவிளக்கின் அமைப்பை விளக்க ஒரு படம் வரை.
5. எபிடையஸ்கோப்பின் உபயோகம் என்ன?
6. விக்ஷேபகத்தைக் கொண்டு சலனப் படங்கள் எவ்வாறு காண்பிக்கப்படுகின்றன?
7. வானசாஸ்திர டெலிஸ்கோப்பில் பிம்பம் உண்டாவதைப் படம் வரைந்து விளக்கு.
8. கலீலியன் டெலிஸ்கோப்பில் குழி லென்ஸ் எவ்வாறு பயன்படுகிறது?
9. பைனாக்குலரின் உபயோகங்களை எழுது.
10. பைனாக்குலருக்கும பௌமிய டெலீஸ்கோப்புக்கும் உள்ள வித்தியாசங்களை எழுது.

அத்தியாயம் 21

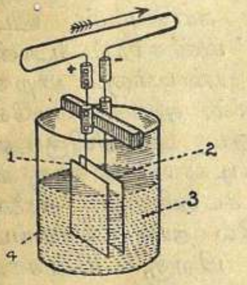
மின் கலங்கள்

[பிரதம மின் கலங்கள் — பாட்டரிகள் — இணைப்புகள்]

மின்சாரமும் நாகரீக வாழ்க்கையும்: பெரிய நகரம் ஒன்றில் வசிக்கும் தனவந்தர் ஒருவருடைய தினசரி வாழ்க்கையைக் கவனித்தோமானல், மின்சாரம் அதில் எவ்வளவு முக்கிய ஸ்தானத்தைப் பெற்றிருக்கிறது என்பதை உணரலாம். காலையில் எழுந்தவுடன் ஸ்னனத்திற்கு மின்சார வென்னீர்க் கருவி. பிறகு, அருந்தும் காபி மின்சாரக் கெட்டிலில் தயார் செய்யப்பட்டது. காபியுடன் உட்கொள்ளும் 'ரொட்டி டோஸ்டு' மின்சாரட் டோஸ்டரில் தயாரிக்கப்பட்டது. சிற்றுண்டிக்குப் பிறகு சாய்வு நாற்காலியில் அமர்ந்தால், தலைக்கு மேலே மின்சார விசிறி சுழலுகிறது. அருகிலிருந்து, மேஜையின் மீதுள்ள ரேடியோக் கருவி அன்றையச் செய்திகளைக் கூறுகிறது. காலை போஜனம் மின்சார அடுப்பில் தயார் செய்யப்பட்டது. போஜனத்திற்குப் பிறகு, மின்சார இஸ்திரிப் பெட்டியால் ஒழுங்காக மடித்து வைக்கப்பட்ட உடைகளை நாகரீக முறையில் அணிவது. காரியாலயம் செல்வதற்கு மோட்டார்.

காரியாலயத்தை அடைந்ததும் மாடிக்கு ஏறிச் செல்ல மின்சார லிப்ட். ஆபீஸ் அறையில் மின்சார மேஜை விளக்கு, மின்சார விசிறி, மின்சார மணி, மின்சார டெலிபோன் இவையெல்லாம் இருக்கின்றன. மாலையில் வீட்டிற்குத் திரும்பி வந்த பின் இரவு போஜனம். பிறகு ரேடியோ சங்கீதம். படுக்கை அறையில் மித உஷ்ண நிலையை ஏற்படுத்தும் மின்சாரக் கருவி (Air Conditioning Plant) அமைக்கப்பட்டுள்ளது. இவ்வாறே வாழ்க்கை இன்பகரமாகத் தொடர்ந்து நடைபெறுகிறது.

மேற்கூறிய சௌகரியங்களெல்லாம் சென்ற ஐம்பது வருஷங்களில்தான் ஏற்பட்டன. எனவே, இருபதாம் நூற்றாண்டை மின்சார காலம் எனக் கூறலாம். மின்சாரத்தின் வரலாறு மிகவும் அற்புதமானது. ஆரம்பித்தில் **நிலை மின்சாரம்** (Static electricity), **ஓடும் மின்சாரம்** (Current electricity) என்ற இரு பிரிவுகளிலும் ஆராய்ச்சிகள் செய்யப்பட்டன. தற்காலத்தில் நிலை மின்சாரம் முக்கியமாகக் கருதப்படுவதில்லை. முதன் முதலாக மின்னோட்டத்தைத் தரக்கூடிய பல மின்கலங்கள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டன. இவற்றிலிருந்து கிடைக்கக்கூடிய மின்னோட்டத்தின் சக்தி குறைவு. சக்திவாய்ந்த மின்னோட்டத்தைத் தரக்கூடிய **டைனமோ** (Dynamo) என்ற கருவி கண்டுபிடிக்கப்பட்ட பிறகுதான் மின்சாரத் துறையில் முன்னேற்றம் ஏற்பட்டது.



படம் 128.
வோல்ட்டா மின்கலம்
1. நேர்துருவம் (தாமிரம்)
2. எதிர் துருவம் (துத்தநாகம்)
3. நீர்த்த கந்தக அமிலம்
4. கண்ணடிப் பாத்திரம்

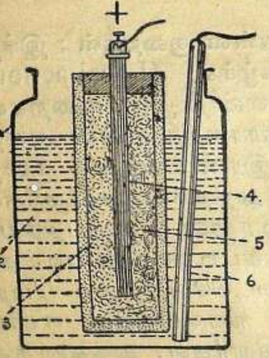
வோல்ட்டா மின்கலம்: ஒரு கண்ணடிப் பாத்திரத்தில் நீர்த்த கந்தக அமிலத்தை எடுத்துக்கொண்டு, ஒரு பக்கத்தில் துத்தநாகத் தகடு ஒன்றையும், மற்றொரு பக்கத்தில் தாமிரத்தகடு ஒன்றையும் வைக்கவேண்டும். இரு தகடுகளின் மீதும் இணைப்புத் திருகாணிகள் வைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. இவ்விரு திருகாணிகளையும் கால்வனு மீட்டர் என்று கூறப்படும் **மின்னோட்டமானியுடன்** சேர்த்தால் அக்கருவியிலுள்ள முள்ளானது அசைவதைக் கவனிக்கலாம். முள்ளின் அசைவிலிருந்து மின்கலத்தில் மின்

சார ஓட்டம் ஏற்படுகிறது என்று உணரலாம். சிறிது நேரத்திற்குப்பிறகு கவனித்தால் மின்னோட்டத்தின் சக்தி குறைந்திருக்கும். கால்வனா மீட்டரிலுள்ள முள்ளின் ஒதுக்கம் முன்னைவிடக் குறைந்திருப்பதை அளவு கோடுகளிலிருந்து தெரிந்து கொள்ளலாம்.

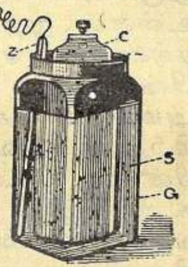
வோல்ட்டா மின்கலத்திலுள்ள குறைகள் : இந்த மின்கலத்தில் **உள்ளிட நிகழ்ச்சி,** (Local action) **துருவகரணம்** (Polarization) என்ற இரு குறைகள் உள்ளன. முதல் குறை துத்தநாகத்திலுள்ள அசுத்தங்களால் ஏற்படுகிறது. இரண்டாவது குறை பின்வருமாறு ஏற்படுகிறது. துத்தநாகமும், கந்தக அமிலமும் சேர்ந்து ஹைடிரஜன் உற்பத்தியாகிறது. இந்த வாயு தாமிரத் தகட்டின் மீது படிந்து, மின்சார ஓட்டத்தைத் தடைசெய்கிறது. மேற்கூறிய இரு குறைகளை நீக்குவதற்கு எளிய வழிகளைக் கண்டுபிடித்திருக்கிறார்கள். துத்தநாகத்தின் மீது பாதரசம் பூசுவதினால் உள்ளிட நிகழ்ச்சியை அகற்றலாம். ஹைடிரஜனை ரசாயன முறையில் ஆக்ஸீகரணம் செய்து இரண்டாவது குறையை நிவர்த்தி செய்யலாம். வெவ்வேறு மின்கலங்களில் வெவ்வேறு **ஆக்ஸீகரணிகளை** உபயோகிக்கிறார்கள். இவ்வகைப் பொருள்களுக்கு **துருவத்துவம் நீக்கிகள்** (Depolarisers) எனப்பெயர். **டானியல்** மின்கலத்தில் தாமிர ஸல்பேட்டும், **பைக்குரோமேட்டு** மின்கலத்தில் பொட்டாசியம் பைக்குரோமேட்டும், **புன்ஸன்** மின்கலத்தில் நைட்டிரிக அமிலமும் துருவத்துவம் நீக்கிகளாக உபயோகப்படுகின்றன.

லெக்லான்சி மின்கலம்: இதன் பாகங்கள் படம் 129-ல் காட்டப்பட்டிருக்கின்றன. ஒரு கண்ணாடிப் பாத்திரத்தில் அம்மோனியம் குளோரைடு என்ற உப்பின் கரைசல் வைக்கப்பட்டிருக்கிறது. இக்

கரைசலில் துத்தநாகத் தண்டு ஒன்று இருக்கிறது. இதன் நடுவில் ஒரு நுண்துளைகள் உடைய மட்பாண்டமும், (Porous pot) அதன் மத்தியில் ஓர் கார்பன் தண்டும் வைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. கார்பன் தண்டைச் சுற்றி கார்பன் தூளும்,



படம் 129.
லெக்லான்சி மின்கலத்தின் அமைப்பு
1. கண்ணாடிப் பாத்திரம்.
2. அம்மோனியம் குளோரைடு கரைசல்
3. மட்பாண்டம்
4. கார்பன் தண்டு
5. கார்பன் தூளும், மங்கனீச டை ஆக்ஸைடும்
6. துத்தநாகத் தண்டு

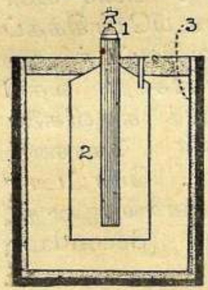


படம் 130.
லெக்லான்சிமின்கலம்
C. நேர் துருவம் (கார்பன்)
Z. எதிர் துருவம் (துத்தநாகம்)
S. அம்மோனியம் குளோரைடு கரைசல்
G. கண்ணாடி ஜாடி

மங்கனீச டை ஆக்ஸைடும் வைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. இந்த மின்கலத்தில் கார்பன் தண்டு நேர் துருவம், துத்தநாகம் எதிர் துருவம். மங்கனீச டை ஆக்ஸைடு துருவத்துவம் நீக்கி. துத்தநாகத்தின் மீது பாதரசம் பூசப்பட்டிருக்கும். இவ்விரு துருவங்களையும் ஒரு மின்னோட்டமானியுடன் இணைத்தால், வோல்ட்டா மின்கலத்தை விட சக்தி

வாய்ந்த மின்சார ஓட்டம் ஏற்படுவதைக் காணலாம். இதன் மின் இயக்கு விசை 1·5 வோல்ட்டு. தொடர்ச்சியாய் இல்லாமல் அவ்வப்பொழுது சில நிமிஷங்களுக்கு மின்சார ஓட்டம் தேவையாக இருந்தால், பல லெக்லான்சி கலங்கள் ஒன்று சேர்க்கப்பட்ட பாட்டரியை உபயோகிக்கலாம். மின்சார மணி, மின்சார தந்தி இவ்விரண்டு கருவிகளும் வேலை செய்வதற்கு மேற்கூறிய பாட்டரி பயன் படும்.

பசை மின்கலம்: தினசரி வாழ்க்கையில் மின்சாரக் கைவிளக்குகளை அடிக்கடி உபயோகிக்கிறோம் அல்லவா? இரவு வேளைகளில் வெளியே செல்லும்பொழுது இக்கை விளக்கு பயன்படுகிறது. டாக்டர்கள் நோயாளிகளின் மூக்கு, காது, தொண்டை முதலியவற்றைப் பரிசோதனை செய்வதற்கு மின்சாரக் கைவிளக்குகளை உபயோகிக்கின்றனர். இவ்வித விளக்குகளில் உபயோகப்படும் பாட்டரி அல்லது மின் கலம் பசை மின்கலமாகும்.



படம் 131.
பசை மின்கலம்
1. நேர் துருவம் (கார்பன்)
2. கார்பன் தூளும் மங்கனீச டை ஆக்ஸைடும், அம்மோனியம் குளோரைடும் சேர்ந்து பசையுடன் கூடிய கலவை
3. எதிர் துருவம் (துத்தநாகம்)

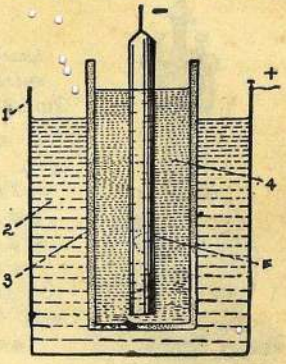
பசை மின்கலத்தின் அமைப்பைப் படத்திலிருந்து தெரிந்து கொள்ளலாம். இதில் உபயோகிக்கும் பொருள்கள் லெக்லான்சி கலத்திலுள்ள பொருள்களேயாகும். பசை மின்கலத்தில் வெளிப் பாத்திரம் துத்தநாகத்தினால் செய்தது. இதன் நடுவில் கார்பன் தண்டு இருக்கிறது. அதைச் சுற்றிக் கார்பன் தூள், மங்கனீச டை ஆக்ஸைடு,

அம்மோனியம் குளோரைடு, கிளிசரின் இவைகளை யெல்லாம் ஒன்று சேர்த்துப் பசையாகச் செய்து பாத்திரத்தில் அடைக்கப்பட்டிருக்கும். மூன்று பசை மின்கலங்கள் சேர்ந்த பாட்டரியில் கார்பன் துத்தநாகம் ஆகிய இரு துருவங்களுடனும் ஒவ்வொரு சிறிய பித்தளைத் தகடு பிணைக்கப்பட்டிருக்கிறது. இந்த மின்கலத்தில் திரவம் எதுவும் இல்லாததினால் இதை எளிதில் எங்கு வேண்டுமானாலும் எடுத்துச் செல்லலாம்.

அக்யூமுலேட்டர் (Accumulator): பசை மின்கலத்தைப்போலவே அதிகமாக உபயோகிக்கப்பெறும் மற்றொரு மின்கலம் அக்யூமுலேட்டர் அல்லது சேமக்கலம் எனப்படும். மின்சார வசதியில்லாத பட்டணங்களில் ரேடியோக் கருவிகளை இயக்குவதற்கு அக்யூமுலேட்டர்கள் கொண்ட பாட்டரிகளை உபயோகிக்கின்றனர். மோட்டார் காரின் பாட்டரியும் அக்யூமுலேட்டர்களால் ஆனது. இந்த மின்கலத்திற்கு உப-மின்கலம் (Secondary cell) என்றும் பெயருள்ளது.

அக்யூமுலேட்டரில் நேர் துருவம் காரீய ஆக்ஸைடு. எதிர் துருவம் காரீயம். இதில் உள்ள திரவம் நீர்த்த கந்தக அமிலம். அக்யூமுலேட்டர்களில் மின்சார சக்தி சேமித்து வைக்கப்பட்டுள்ளது. இம் முறைக்குச் சார்ஜிங் (Charging) என்று பெயர். ஒரு திசை மின்சார மெயினிலிருந்து (Direct current mains) தகுந்த மின் தடையின் மூலம் அக்யூமுலேட்டரில் மின்னோட்டம் செலுத்தப்படுகிறது. ஒரு ஆம்பியர் மின்னோட்டத்தை 40 மணி நேரம் செலுத்தினால், 40 ஆம்பியர்–மணி சார்ஜ் ஏறும். இவ்வாறு சேமித்து வைக்கப்பட்ட சக்தியைப் பாட்டரியிலிருந்து மீண்டும் மின்சார சக்தியாகப் பெறலாம்.

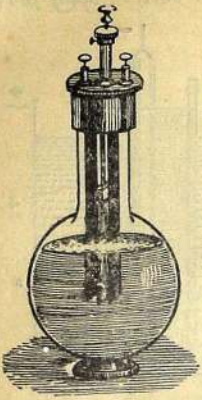
டானியல் மின் கலம் (Daniell cell): ஒரு தாமிரப் பாத்திரத்தில் தாமிர ஸல்பேட்டுக் கரைசல் ஊற்றப்பட்டிருக்கிறது. இதன் நடுவில் ஒரு நுண் துளைகள் உடைய மட்பாண்டம் வைக்கப்பட்டுள்ளது. இதில் நீர்த்த கந்தக அமிலம் ஊற்றப்பட்டுள்ளது. இதன் மத்தியில் பாதரசம் பூசப்பட்ட ஒரு துத்தநாகத் தண்டு வைக்கப்பட்டுள்ளது. இக்கலத்தில் தாமிரம் நேர் துருவம், துத்தநாகம் எதிர் துருவம், தாமிர ஸல்பேட்டுக் கரைசல் துருவத்துவம் நீக்கி.



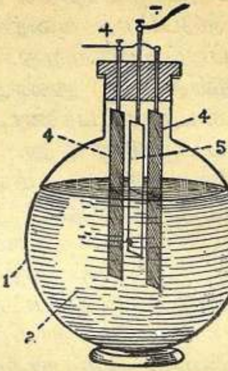
படம் 132. டானியல் மின் கலம்
1. தாமிரப் பாத்திரம்
2. தாமிர ஸல்பேட்டுக் கரைசல்
3. நுண் துளைகள் உடைய மட்பாண்டம்
4. நீர்த்த கந்தக அமிலம்
5. துத்தநாகத் தண்டு

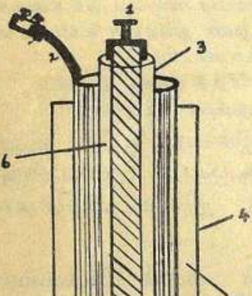
இக்கலத்தின் மின் இயக்கு விசை (Electro motive force) 1·1 வோல்ட்டு. இக்கலம் ஒரே விசையுள்ள மின் ஓட்டத்தைத் தரக்கூடியது. ஆகையினால் மின்சார முலாம் பூசுவதற்கு இதை அதிகமாக உபயோகிக்கின்றனர்.

பைக்குரோமேட்டு மின் கலம் (Bichromate cell): ஒரு கண்ணாடி ஜாடியில் பொட்டாசியம் பைக்குரோமேட்டும், நீர்த்த கந்தக அமிலமும் வைக்கப்பட்டுள்ளன. ஜாடியின் மூடியிலிருந்து இரு கார்பன் தகடுகளும், பாதரசம் பூசப்பட்ட துத்தநாகத் தகடு ஒன்றும் தொங்க விடப்பட்டுள்ளன. துத்தநாகத் தகடை மின்னோட்டம் தேவையில்லாத பொழுது மேலே உயர்த்தலாம். இக்கலத்தில் கார்பன் நேர் துருவம், துத்தநாகம் எதிர் துருவம், பொட்டாசியம் பைக்குரோமேட்டு துருவத்துவம் நீக்கி.



படம் 133
பைக்குரோமேட்டு மின்கலம்
1. கண்ணடி ஜாடி 2. பைக்குரோமேட்டு கரைசலும், நீர்த்த கந்தக அமிலமும் 3. துத்தநாகத் தகடு 4. கார்பன் தகடுகள்





படம் 134. புன்ஸன் மின்கலத்தின் அமைப்பு
1. கார்பன் தண்டு
2. துத்தநாகம்
3. நுண்துளை மட்பாண்டம்
4. பீங்கான் ஜாடி
5. நீர்த்த கந்தக அமிலம்
6. நைட்டிரிக அமிலம்

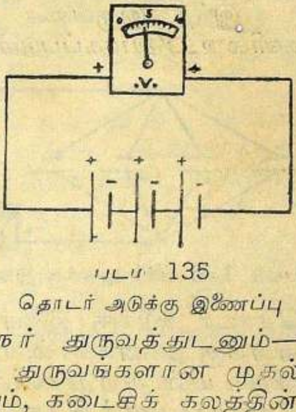
இக்கலத்தின் மின் இயக்கு விசை 2 வோல்ட்டு. சக்தி வாய்ந்த மின்னோட்டம் தேவையாயிருந்தால் இக்கலத்தை உபயோகிக்கலாம்.

புன்ஸன் மின் கலம் (Bunsen cell): ஒரு பீங்கான் ஜாடியில் நீர்த்த கந்தக அமிலம் ஊற்றப் பட்டுள்ளது. இதன் நடுவில் நுண் துளைகளுள்ள மட்பாண்டம் வைக்கப்பட்டிருக்கிறது. இதற்குள் அடர் நைட்டிரிக அமிலம் இருக்கிறது. இவ்வமிலத்தில் கார்பன் தண்டு ஒன்று வைக்கப்பட்டுள்ளது.

வெளிப்பாத்திரத்தில் பாதரசம் பூசிய வளைந்த துத்த நாகத்தகடு ஒன்று இருக்கிறது. இக்கலத்தில் நைட்டிரிக அமிலம் துருவத்துவம் நீக்கி. கார்பன் நேர் துருவம். துத்தநாகம் எதிர் துருவம். இக்கலத்தின் மின் இயக்கு விசை 1·9 வோல்ட்டு.

குரோவு மின் கலம் (Grove cell): இது புன்ஸன் மின் கலத்தைப் போன்றது. கார்பன் தண்டிற்குப் பதிலாக பிளாட்டினத் தகடு உபயோகிக்கப்படுகிறது. இதன் மின் இயக்கு விசை 1·9 வோல்ட்டு.

மின்சார இணைப்புகள்: பல மின் கலங்கள் சேர்த்து இணைக்கப்பட்டால் அந்த இணைப்புக்கு பாட்டரி எனப் பெயர். சாதாரணமாக மின் கலங்களை இரு வகைகளில் இணைக்கலாம்—தொடர் அடுக்கு இணைப்பு, பக்க அடுக்கு இணைப்பு. ஒரு கலத்தின் எதிர் துருவத்தை அடுத்த கலத்தின் நேர் துருவத்துடனும், இரண்டாவது கலத்தின் எதிர் துருவத்தை

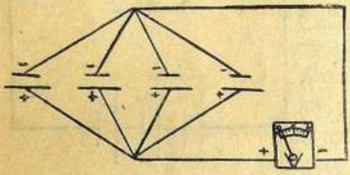


படம் 135
தொடர் அடுக்கு இணைப்பு

மூன்றாவது கலத்தின் நேர் துருவத்துடனும்—இவ்வாறு இணைத்து, தனித் துருவங்களான முதல் கலத்தின் நேர் துருவத்தையும், கடைசிக் கலத்தின் எதிர் துருவத்தையும் இணைத்தால், கிடைப்பது தொடர் அடுக்கு இணைப்பு (Series connection) ஆகும். இவ்வித இணைப்பில் மின இயக்கு விசையை அதிகம் பெறலாம். உதாரணமாக, 1·5 வோல்ட்டு உள்ள 3 லெக்லான்சி கலங்களைத் தொடர் அடுக்காக இணைத்தால், 4·5 வோல்ட் மின் இயக்கு விசையைப் பெற முடியும். கொடுக்கப்பட்ட மின் கலங்களின் நேர் துருவங்கள் யாவையும் ஒன்ருகவும், எதிர் துருவங்கள் யாவையும் ஒன்ருகவும் முதலில் இணைத்து, பிறகு

அவ்விரண்டையும் இணைத்தால், இதற்குப் பக்க அடுக்கு இணைப்பு (Parallel connection) என்று பெயர். இவ்வித இணைப்பின் மின் இயக்கு விசை ஒரு மின் கலத்தின் மின் இயக்கு விசைக்குச் சமமாகும். ஆனால் இந்த இணைப்பில் மின்னோட்டத்தின் சக்தி அதிகமாகும். உதாரணமாக, நான்கு பைக்குரோமேட்டு மின் கலங்களைப் பக்க அடுக்காக இணைத்தால், அடுக்கின் மின் இயக்கு விசை =2 வோல்ட்டு. இவ் வடுக்கில் கிடைக்கும் மின்னோட்டத்தின் சக்தி =8 ஆம்பியர். (ஒரு பைக்குரோமேட்டு கலத்தின் மின் இயக்கு விசை =2 வோல்ட்டு, மின் தடை =1 ஓம்.)

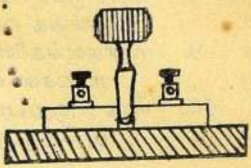
இந்த இருவகை இணைப்புகளும் மின் சுற்றுகளில் உபயோகப்படுகின்றன. உதாரணமாக வீடுகளிலுள்ள மின் விளக்குகள் அமைப்பதில் பக்க அடுக்கு இணைப்பு உபயோகிக்கப்படுகிறது. இதனால் ஒரு விளக்கு அணைந்தாலும் மற்ற விளக்குகள் எல்லாம் எரியும்.



படம் 136. பக்க அடுக்கு இணைப்பு

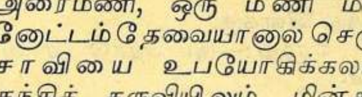
தொடர் அடுக்கு இணைப்பை உபயோகித்தால் ஒரு விளக்கு அணைந்தால், எல்லா விளக்குகளும் அணைந்து விடும். மின் சுற்றுகளில் பல மின் கருவிகளை ஒன்று சேர்ப்பதற்குத் தொடர் அடுக்கு இணைப்பு உபயோகிக்கப்படுகிறது. முலாம் பூசுவதற்கு மின் கலங்களை தொடர் அடுக்காக இணைக்கின்றனர்.

சாவிகளும், ஸ்விச்சுகளும்: மின் சுற்றுகளில் அநேக விதமான சாவிகளும், ஸ்விச்சுகளும் உபயோகப் படுத்தப்படுகின்றன. ஆராய்ச்சி சாலையில் **தொடு சாவி** (Contact key or Tap key), **செருகு சாவி** (Plug key) என்ற இருவகை சாவிகள் அதிகமாக உபயோகப்படுகின்றன. சிறிது நேரம், அல்லது விட்டு விட்டு மின்னோட்டம் தேவையாக இருந்


படம் 137. செருகு சாவி

தால், தொடு சாவிகள் பயன்படுகின்றன. சேர்ந்தாற்போல் அரைமணி, ஒரு மணி மின்னோட்டம் தேவையானால் செருகு சாவியை உபயோகிக்கலாம். தந்திக் கருவியிலும், மின்சார மணியிலும் பிரத்தியேக விதமான தொடு சாவிகள் அமைக்கப்பட்டுள்ளன. வீடுகளில் ஸ்விச்சை உபயோகித்து மின்சார விளக்குகளை ஏற்றுகிறோம். மின்சரா மீட்டரின் அருகில் மெயின் ஸ்விச்சு (Main switch) என்ற ஒருவகை ஸ்விச்சு உள்ளது. மின்சார விசிறிகளை இயக்குவதற்கு ஒரு பிரத்தியேக ஸ்விச்சு உண்டு.

மின்னோட்டத்தின் சக்தியை கால்வனுமீட்டர் கொண்டு அளப்பதற்கு, திசைமாற்றி (Commutator) என்ற கருவியை அத்துடன் உபயோகிக்கிறோம். மின் சுற்றில் ஏற்படும் மின்னோட்டத்தை கால்வனுமீட்டரில் முதலில் ஒரு திசையிலும், பிறகு எதிர் திசையிலும் செலுத்துவதற்கு இக்கருவி உதவுகிறது.


படம் 138. தொடு சாவி

கேள்விகள்

1. வோல்ட்டா மின்கலத்தின் பாகங்களைக் குறிப்பிடு.
2. வோல்ட்டா கலத்தில் ஏற்படும குறைகள் யாவை? அவற்றை எவ்வாறு நீக்கலாம?
3. லெக்லான்சி கலத்தின் அமைப்பைப் படம் வரைந்து விளக்கு.
4. லெக்லான்சி மின்கலத்தின் உபயோகங்கள் யாவை?
5. பசை மின்கலத்தின் அமைப்பை விவரி.
6. பசை மின்கலத்தின் இரு உபயோகங்களை எழுது.
7. பசை மின்கலம் அதிகமாக உபயோகிக்கப்படுவதேன்?

8. பைக்குரோமேட்டு மின்கலத்தின் அமைப்பை விளக்க ஒரு படம் வரை.
9. மின்கலங்களை இணைக்கும் இரு விதங்களைப் படங்கள் வரைந்து விளக்கு.
10. சிறு குறிப்புகள் எழுது:—(a) தொடு சாவி (b) செருகு சாவி.

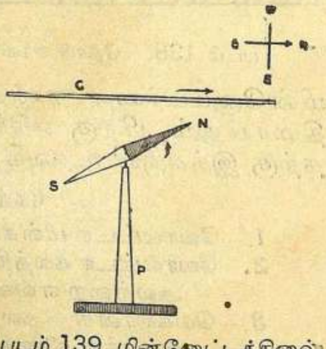
அத்தியாயம் 22

மின்சாரத்தால் ஏற்படும் காந்த சக்தி

[மின்காந்தம், நிலைத்த காந்தம், கால்வனுமீட்டர்]

மின்சார சக்தியை வேறுவித சக்திகளாக எளிதில் மாற்றக்கூடும். உஷ்ண சக்தியாகவும், ஒளியாகவும், ரசாயன சக்தியாகவும், எந்திர சக்தியாகவும், காந்த சக்தியாகவும் மாற்றமுடியும். இதனுல் தான் தினசரி வாழ்க்கையில் மின்சாரம் ஒரு முக்கிய இடத்தைப் பெற்றிருக்கிறது. மின்சாரத்தின் உதவியால் காந்த சக்தியை உற்பத்தி செய்யலாம் என்பதைக் கீழ்க்கூறிய சோதனைகளின் மூலம் அறியலாம்.

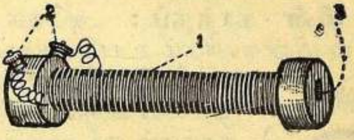
சோதனை 73:—ஒரு நீண்ட தாமிரக்கம்பியைத் தென், வட திசையில் கிடையாக இருக்கும்படி வை. கம்பியின் இரு முனைகளை ஒரு பாட்டரியுடன் இணை. கம்பியினடியில் சுழலும்படியான ஒரு காந்த ஊசியை வை. கம்பியின் வழியாக மின்சாரத்தைச் செலுத்தினுல், காந்த ஊசியானது ஒதுக்



படம் 139. மின்னேட்டத்தினுல் காந்த ஊசியின் ஒதுக்கம்
C—மின்சாரம் செல்லும் தாமிரக் கம்பி
N S—காந்த ஊசி
P—சுழல் தானம்

கப்படுவதைக் கவனிக்கலாம். மின்னேட்டத்தின் திசையை மாற்றினல், காந்த ஊசி எதிர் திசையில் ஒதுக்கப்படும்.

சோதனை 74:—சிலிண்டர் வடிவமுள்ள எஃகினல் செய்த தண்டு ஒன்றை எடுத்துக் கொண்டு, அதன் மீது காப்பிடப் பட்ட தாமிரக் கம்பியை நெருக்க மாகச் சுற்று. கம்பிச் சுருளின் இரு முனைகளை ஒரு பாட்டரியுடன் இணை. எஃகுத் தண்டைச் செங்குத்தாக வைத்து, அதனடியில் ஓர் பீங்கான் கிண்ணத்தில் இரும்புத் தூளைப் போடு. தண்டின் ஒரு முனை இரும்புத் தூளின் அருகில் இருக்கவேண்டும். இப்பொழுது கம்பியின் வழியாக மின் சாரத்தைச் செலுத்தினல், இரும்புத் தூள் தண்டின் முனையில் ஒட்டிக்கொள்வதைக் கவனிக்க லாம். அதாவது எஃகுத்தண்டு மின்சாரத்தால் காந்தமாக்கப்படுகிறது. மின்சார ஓட்டத்தை நிறுத்தினல், தண்டின் முனையில் ஒட்டிக்கொண்ட இரும்புத் தூளில் ஒரு பகுதி ஒட்டிக்கொண்டே இருக்கும். மற்றொரு பகுதி கீழே விழுந்துவிடும்.



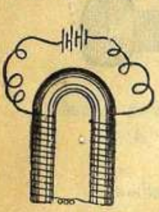
படம் 140. மின்சாரத்தின் உதவியால் காந்தம் தயாரித்தல்

1. கம்பிச்சுருள்
2. இணைப்புத் திருகாணிகள்
3. இரும்புத் தண்டு

சோதனை 75:—தேனிரும்புத் தண்டு ஒன்றை எடுத்துக்கொண்டு சோதனை 74-ல் செய்தபடியே திரும்பவும் செய்யவேண்டும். மின்சாரம் கம்பிச் சுருளின் மூலம் செல்லும் பொழுது ஏராளமான இரும்புத் தூள் தேனிரும்பின் முனையில் ஒட்டிக் கொள்ளும். மின்சார ஓட்டத்தைநிறுத்தினல், அநேக மாக எல்லா இரும்புத் தூளும் கீழே விழுந்து விடும்.

மேற்சொன்ன இரண்டு சோதனைகளிலிருந்தும் மின்சாரத்திற்கு இரும்பைக் காந்தமாக்கும் சக்தி உண்டு என அறிவோம். எஃகிரும்பை உபயோகித்து நிலைத்த காந்தமும், தேனிரும்பை உபயோகித்து மின் காந்தமும் தயாரிக்கலாம்.

மின் - காந்தம் : அநேக மின்சாரக் கருவிகளில் மின்காந்தம் உபயோகப்படுகிறது. மின்சார மணி, டெலிபோன், தந்தி, மோட்டார் முதலிய கருவிகளின் அமைப்பில் மின் காந்தம் ஓர் முக்கிய பாகமாகும். சாதாரணமாக, மின்-காந்தம் லாடவடிவமுள்ளது. ஓர் தேனிரும்புத் தண்டை லாட வடிவமாக வளைத்துக்கொண்டு, அதன் மீது காப்பிடப்பட்ட தாமிரக் கம்பியை நெருக்கமாகச் சுற்றவேண்டும். லாடத்தின் ஒரு புஜத்தில் ஒரு திசையிலும், மற்றொரு புஜத்தில் எதிர் திசையிலும் கம்பியைச் சுற்றவேண்டும். கம்பியின் இரு முனைகளை பாட்டரியுடன் இணைத்தால் இரும்புத் தண்டு காந்தமாகிறது.



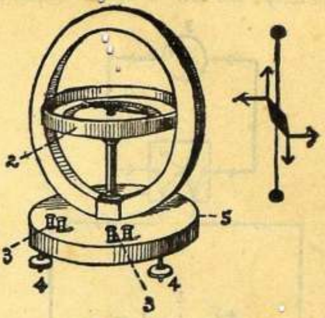
படம் 141.
மின் சாரலாட காந்தம்

இரும்புத் தண்டின் குறுக்குவெட்டுப் பரப்பையும், கம்பிச் சுருளின் எண்ணிக்கையையும், மின்னோட்டத்தின் சக்தியையும் அதிகரித்தால் மின்-காந்தத்தின் சக்தியும் அதிகரிக்கும்.

மின் காந்தத்தின் தன்மை என்னவென்றால், மின்சாரம் செல்லும்பொழுதுதான் காந்தமாகும். மின்சாரம் நிறுத்தப்பட்டால் காந்த சக்தியை இழந்துவிடும்.

கால்வனமீட்டர் : மின்னோட்டத்தை உணர்த்துவதற்கும், அளப்பதற்கும் இக்கருவி உதவுகிறது. மரப்பீடம் ஒன்றில் மரவளையம் ஒன்று செங்குத்தாகப் பொருந்தப்பட்டிருக்கிறது. அதன் விளிம்பில் காப்பிடப்பட்ட தாமிரக் கம்பிச்சுருள் சுற்றப்

பட்டிருக்கிறது. இச்சுருளின் முனைகள் பீடத்தி லுள்ள இணைப்புத் திருகாணிகளுடன் இணைக்கப்பட்டிருக்கிறன. வளையத்தின் மையத்தில் கிடையாக ஒரு கம்பசு பெட்டி (Compass box) வைக்கப் பட்டுள்ளது. இதன் மத்தியில் ஓர் கூரான ஊசி முனையில் கிடையான தளத்தில் சுழலும்படி, ஒரு சிறிய காந்த ஊசி பொருந்தப் பட்டுள்ளது. ஊசிக்குச் செங்கோணமாக ஓர் நீண்ட அலுமினியக் காட்டி அமைக்கப்பட்டிருக்கிறது. காந்த ஊசி ஒதுக்கப் படும்பொழுது



படம் 142. கால்வனுமீட்டர்

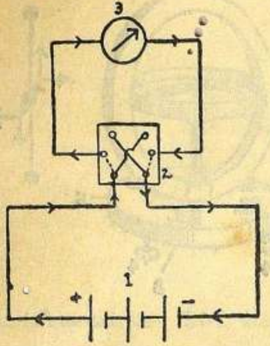
1. காப்பிட்ட கம்பிச் சுருள்
2. கம்பசு பெட்டி
3. இணைப்புத் திருகாணிகள்
4. மட்டமாக்கும் திருகுகள்
5. பீடம்

அலுமினியக் காட்டியின் முனை கம்பசின் கோண அளவுக் கோடுகளின் மீது நகர்கிறது. பீடத்தின் அடியிலுள்ள மட்டமாக்கும் திருகுகளை (Levelling Screws) உபயோகித்துக் காந்த ஊசியைக் கிடையாக வைக்கலாம்.

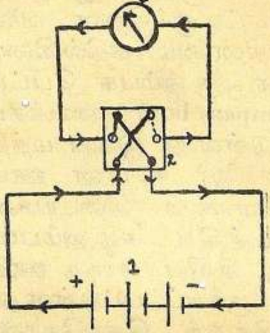
கால்வனுமீட்டரை உபயோகிக்கும் முறை:

சோதனை 76:—கருவியின் பீடத்தில் ஒரு ரச மட்டத்தை (Spirit level) வைத்து, பீடத்தைக் கிடையாகச் செய். கம்பிச்சுருள் கொண்ட வளையத்தைக் காந்தத் துருவரேகையின் களத்தில் (Magnetic-meridian) இருக்கும்படி வை. அளக்கவேண்டிய மின்னேட்டத்தை இணைப்புத் திருகாணிகளின் வழியாகக் கம்பிச் சுருளில் செலுத்து. இப்பொழுது கம்பசு பெட்டியிலுள்ள காந்த ஊசி மின்சாரத்தினல் ஒதுக்கப்படுவதைக் கவனி. அலுமினியக்

காட்டி காந்த ஊசியின் ஒதுக்கத்தைக் காட்டும். காட்டி காண்பிக்கும் அளவைக் குறித்துக்கொள்.



படம் 143 (a)



படம் 143 (b)

கால்வனுமீட்டரை திசைமாற்றியுடன் சேர்த்து இணைக்கும் விதம்

1. பாட்டரி 2. திசைமாற்றி 3. கால்வனுமீட்டர்

கால்வனுமீட்டரை உபயோகிக்கும்பொழுது அத்துடன் ஒரு திசை மாற்றியையும் கூடவே உபயோகிக்கின்றனர். இதனுல் முதலில் ஒரு திசையிலும், பிறகு எதிர் திசையிலும் மின்னேட்டத்தை கால்வனு மீட்டரின் மூலம் செலுத்தலாம். இவ்வாறு கிடைக்கப்பெறும் இரு அளவீடுகளின் சராசரியை எடுத்துக்கொண்டால், மின்னேட்டத்தின் சரியான சக்தியைக் கணக்கிடலாம்.

கேள்விகள்

1. மின்சார சக்தியை வேறு எவ்வித சக்திகளாக மாற்றலாம்?
2. மின்னேட்டத்திலிருந்து காந்த சக்தி உற்பத்தியாவதை நிரூபிக்க ஒரு சோதனையை விவரி.
3. மின்னேட்டத்தின் உதவியால் நிலைத்த காந்தம் ஒன்று எப்படித் தயாரிக்கலாம்?

4. மின்காந்தத்தில் எவ்வகை இரும்பு உபயோகிக்கப் படுகிறது ?
5. மின் காந்தம் எத்தன்மை வாய்ந்தது ?
6. மின்காந்தத்தின் சக்தியை எவ்விதங்களில் அதிகரிக்கலாம ?
7. (a) கால்வனுமீட்டரின் அமைப்பை விவரி.
(b) அதன் உபயோகம் யாது ?
8. கால்வனுமீட்டருடன் திசைமாற்றியை இணைக்கும் விதத்தைப் படம் வரைந்து விளக்கு.

அத்தியாயம் 23.

மின்சார அலகுகள்

[வோல்ட்டு—ஓம்—ஆம்பியர்—வாட்டு]

சக்திகளின் குணங்களை அறிவதற்கு அவற்றைத் துல்யமாக அளக்கத் தெரியவேண்டும். அளவுகளே பௌதிக சாஸ்திரத்தின் அடிப்படை. இந்த சாஸ்திரத்தின் ஒவ்வொரு பகுதியிலும் ஒவ்வொரு விதமான மூல அளவு ஏற்படுத்தப் பட்டிருக்கிறது. மின்சாரப் பகுதியில் அடிப்படை அலகுகளை நிர்ணயிப்பதற்கு 1861-ஆம் ஆண்டில் ஒரு விஞ்ஞான மகாநாடு கூடியது. இந்த மகாநாட்டில், மின்சாரத்தின் அடிப்படை அலகுகளை யார், யார் கண்டுபிடித்தார்களோ, அவர்களின் பெயர்களை இவ்வலகுகளுக்கு அளிப்பது என்று தீர்மானம் செய்தார்கள். ஆம்பியர், ஓம், வோல்ட்டு, வாட்டு என்ற அலகுகள் இவ்வாறு ஏற்பட்டன.

மின்சார ஓட்டத்தை ஒரு நீரோட்டத்தற்கு ஒப்பிடலாம். தண்ணீரின் ஓட்டத்தைப் போலவே, மின்சாரமும் உயர்ந்த இடத்திலிருந்து தாழ்ந்த இடத்திற்குப் பாய்கிறது. தண்ணீர் ஸ்தம்பத்தின்

உயரம் அதிகமானல், நீரோட்டத்தின் விசையும் அதிகமாகும். அதைப்போலவே மின் அழுத்தம் (Voltage) அதிகமானல் மின்னேட்டம் (Current) அதிகமாகும். மின் அழுத்தத்தின் அலகு இத்தாலிய விஞ்ஞானி வோல்ட்டா (Volta) என்பவரின் பெயரால், வோல்ட்டு (Volt) என்று வழங்கப்படுகிறது.

மின்சாரத்தைக் கடத்தும் விஷயத்தில் பொருள்களை எளிதில் கடத்தும் பொருள்கள் (Good conductors) என்றும், அரிதில் கடத்தும் பொருள்கள் (Bad conductors) என்றும் பிரிக்கலாம். எல்லாக் கடத்திகளிலும் மின்னேட்டம் ஒரே வேகத்துடன் பாய்வதில்லை. ஏனென்றல், கடத்திகள் வெவ்வேறு அளவில் மின்னேட்டத்திற்குத் தடை செய்கின்றன. நீரோட்டத்தின் உவமையை எடுத்துக்கொண்டால் எப்படிக் குறுக்களவு அதிகமுள்ள குழாய்களின் வழியாகத் தண்ணீர் எளிதில் பாய்கிறதோ, அதைப் போலவே தடை குறைவாக உள்ள பொருள்களின் வழியாக மின்னேட்டம் எளிதில் செல்லுகிறது. குறுக்களவு குறைந்த குழாய்களின் வழியாகத் தண்ணீர் குறைந்த அளவில் பாய்கிறது. அதைப் போலவே, தடை அதிகமாக உள்ள பொருள்களின் வழியாகப் பாயும்பொழுது, மின்னேட்டத்தின் சக்தி குறைகிறது. மின் தடையின் அலகிற்கு ஜெர்மன் விஞ்ஞானி ஓம் (Ohm) என்பவரின் பெயர் அளிக்கப்பட்டுள்ளது.

நீரோட்ட ஸ்தம்பத்தின் உயரம் அதிகமாகவும், குழாயின் குறுக்களவு அதிகமாகவும் இருந்தால் அதிக அளவு தண்ணீர் குழாயிலிருந்து வெளிவரும். இதேமாதிரி மின் அழுத்தம் அதிகமாகவும், மின் தடை குறைவாகவும் இருந்தால், மின்னேட்டம் அதிகமாகும். மின்னேட்டத்தின் அலகிற்கு பிரெஞ்சு விஞ்ஞானி ஆம்பியர் (Ampere) என்பவரின் பெயர் அளிக்கப்பட்டுள்ளது.

சர்வதேச மின்சார அலகுகள் : (International units of electrical measurements) : [வெள்ளி நைட்டிரேட்டுக் கரைசலிலிருந்து ஒரு செகண்டில், ·001118 கிராம் வெள்ளியைப் படியச் செய்யும் மின்னோட்டம் ஒரு ஆம்பியர் எனப்படும்.]

106·3 செ. மீ. உயரமும், 14·4521 கிராம் எடையுமுள்ள பாதரச திரவ ஸ்தம்பத்தை 0°C உஷ்ண நிலையில் வைத்தால், இந்த ஸ்தம்பத்தின் தடை ஒரு ஓம் ஆகும்.

[ஒரு ஓம் மின் தடையுள்ள மின் கடத்தியில் ஒரு ஆம்பியர் மின்னோட்டத்தை ஏற்படுத்தக்கூடிய மின் அழுத்தத்திற்கு ஒரு வோல்ட்டு எனப் பெயர்.]

ஓமின் விதி (Ohm's law) : மின்சாரப் பகுதியின் அடிப்படையான விதி ஓமின் விதியாகும். இதைப்பற்றி ஒரு சுவாரஸ்யமான கதை கூறப்படுகிறது. ஒரு நியாயஸ்தலத்தில் நீதிபதி எடிஸன் என்னும் சாக்ஷியைப்பார்த்து, "ஓமின் விதி யாது?" என்று வினவினர். அதற்குச் சாக்ஷி கூறிய விடை யாதெனில், "இக்கேள்விக்குத் தகுந்த விடை அளிக்க வேண்டுமென்றால் ஒன்று, இரண்டு வாக்கியங்கள் போதாது. ஏனெனில், மின்சார சாஸ்திரம் முழுவதும் இவ்விதியில் அடங்கியுள்ளது."

ஓமின் விதி ஆம்பியர், ஓம், வோல்ட்டு என்ற அலகுகளின் தொடர்பை எடுத்துரைக்கிறது. ஒரு மின் சுற்றில் செல்லும் மின்னோட்டம் (C) அந்தச் சுற்றிலுள்ள மின் இயக்கத்திற்கும் (E) மின் தடைக்கும் (R) உள்ள விகிதத்திற்குச் சமமாகும்." இதைக் கீழ்க்கண்ட சாமியம் சுருக்கமாகக் குறிக்கிறது. [$C = E/R$.]

உதாரணங்கள் : (1) 10 ஓம் மின் தடையுள்ள ஒரு மின் சுற்றின் வழியாக, 2 வோல்ட்டு மின் இயக்கு விசை உள்ள மின்கலத்திலிருந்து மின்

சாரம் செலுத்தப்படுகிறது. மின் சுற்றிலுள்ள மின்னோட்டத்தின் சக்தி என்ன?

விடை: ஓமின் விதிப்படி, $C = \frac{E}{R} = \frac{2}{10} = 0{\cdot}2$ ஆம்பியர்.

(2) 4·5 வோல்ட்டு மின் இயக்குவிசை உள்ள ஒரு பாட்டரியிலிருந்து ஒரு மின் சுற்றில் மின்சாரத்தைச் செலுத்தினால், 0·5 ஆம்பியர் மின்னோட்டம் ஏற்படுகிறது. மின்சுற்றின் தடை என்ன?

விடை: ஓமின் விதிப்படி, $R = \frac{E}{C} = \frac{4{\cdot}5}{0{\cdot}5} =$ 9 ஓம்.

(3) 50 ஓம் தடையுள்ள ஒரு மின்சுற்றில், 2 ஆம்பியர் மின்னோட்டத்தை ஏற்படுத்தவேண்டுமானால், எவ்வளவு மின் இயக்கு விசை வேண்டும்?

விடை: ஓமின் விதிப்படி, $E = C \times R = 2 \times 50 = 100$ வோல்ட்டு.

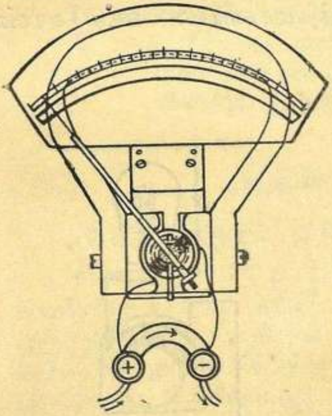
மின் பவர்—வாட்டு: வீடுகளில் நாம் எவ்வளவு மின்சாரத்தை உபயோகிக்கிறோம் என்பதைக் கணக்கிடுவதற்கு ஓர் அலகு தேவையாக இருக்கிறது. இவ்வலகிற்கு 'கிலோவாட்டு-மணி' எனப்பெயர். 1000 வாட்டுகளை ஒருமணி நேரம் உபயோகித்தால் ஒரு கிலோவாட்டு-மணி ஆகும். இந்த அலகு நீராவி எந்திரத்தைக் கண்டுபிடித்த ஆங்கில விஞ்ஞானி வாட் (Watt) என்பவரின் பெயரால் வழங்கப்படுகிறது. "ஒரு வோல்ட்டு மின் இயக்குவிசை ஒருமின் சுற்றில் ஒரு ஆம்பியர் மின்னோட்டத்தை ஏற்படுத்துமாயின், அந்தச் சுற்றில் ஒரு செகண்டில் செலவாகும் மின்பவர் ஒரு **வாட்டு** எனப்படும். ஒரு மின்சுற்றில் உள்ள மின் இயக்கு விசையையும் (E) அதில்செல்லும் மின்னோட்டத்தையும் (E) சேர்த்துப் பெருக்கினால், கிடைக்கும் எண் **மின் பவர்** (W) என்று

சொல்லப்படுகிறது. $W = E \times C$ என்ற சாமியம் இதைச் சுருக்கமாகக் குறிக்கும்.

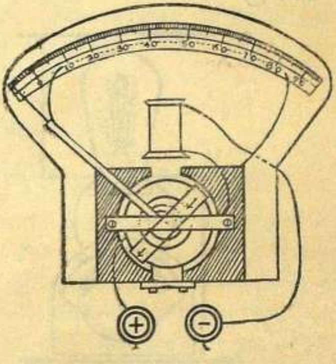
உதாரணம்: 220 வோல்ட்டு மின் இயக்கு விசை ஒரு மின் சுற்றில் செல்லும்பொழுது, 2·5 ஆம்பியர் மின்னோட்டத்தை ஏற்படுத்தினால், அந்த மின்சுற்றில் ஒரு செகண்டில், $220 \times 2{\cdot}5 = 550$ வாட்டு, மின்பவர் செல்வழிக்கப்படுகிறது.

மின்சாரத்தை அளக்கும் கருவிகள்

கால்வனாமீட்டரின் உதவியால் மின்சாரத்தின் அளவைகளை நேரடியாக அளக்கமுடியாது. அதன்



படம் 144. ஆம்பியர்மானி

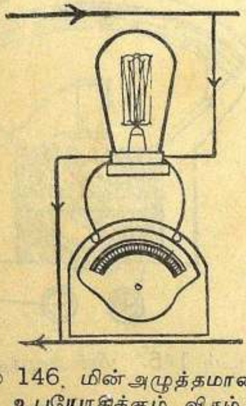


படம் 145. மின்அழுத்தமானி

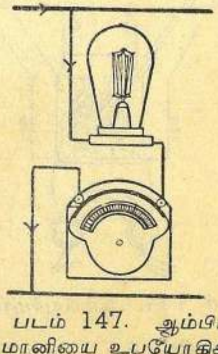
அளவீடுகளை உபயோகித்து, கணக்கிட்டுத்தான் அளவைகளைக் கண்டுபிடிக்கலாம். அளவைகளை நேராகக் குறிக்கும் இரு கருவிகள் மின்அழுத்தமானி (Voltmeter) ஆம்பியர்மானி (Ammeter) என்பன. இக் கருவிகளின் தோற்றங்களைப் படங்கள் 144, 145 ல் காணலாம்.

அமைப்பில் இவை ஒரு பிரத்தியேக விதமான கால்வனுமீட்டரை (Moving Coil Galvanometer) ஒத்திருக்கின்றன. இவற்றினுள் செவ்வக வடிவத்தில் சுற்றப்பட்ட கம்பிச்சுருள் ஒன்று ஒரு காந்த பிரதேசத்தில் அசையும்படி வைக்கப்பட்டிருக்கிறது. இச்சுருளின் வழியாக மின்சாரத்தைச் செலுத்தினல் கருவியிலுள்ள ஊசி, அதன் அளவு கோடுகளின் மீது அசைந்து, மின் அளவைக்குறிக்கும்.

ஒருமின்சுற்றில் இணைக்கப்பட்ட மின்சார பல்பு ஒன்றின் முடிவிடங்களை (Terminals) படம் 146ல் காட்டியபடி ஒரு மின்அழுத்தமானியுடன் இணைத்தால், மேற்கூறிய பல்பில் உபயோகிக்கப்படும் மின் அழுத்தத்தை மின்அழுத்தமானியின் ஊசி காண்பிக்கும்.



படம் 146. மின்அழுத்தமானியை உபயோகிக்கும் விதம்



படம் 147. ஆம்பியர் மானியை உபயோகிக்கும் விதம்

ஒரு பல்பின் வழியாக மின்சாரத்தைச் செலுத்தி, பிறகு அதை ஒரு ஆம்பியர்மானியின் மூலம் படம் 147ல் காட்டியபடி செலுத்தினல், பல்பு எரியும்பொழுது மின்சுற்றில் ஏற்படும் மின்னேட்டத்தை ஆம்பியர்மானியிலுள்ள ஊசி காண்பிக்கும்.

கேள்விகள்

1. மின்சாரத்தின் அடிப்படையான மூன்று அலகுகள் யாவை?
2. மின் ஓட்டத்திற்கும், நீர் ஓட்டத்திற்கும் உள்ள உவமானத்தைபபற்றிச் சுருக்கமாக எழுது.
3. மின்சாரத்தின் அலகுகள் எவ்வாறு நிர்மாணிக்கப்பட்டுள்ளன?
4. ஓமின் விதியைக் கூறு.
5. 'வாட்டு' என்ற அலகு எதைக் குறிககிறது?
6. மின் இயக்கு விசையை அளகக உதவும் கருவி யாது?
7. மின்னோட்டத்தை அளக்க உதவும் கருவி யாது?
8. 4·5 வோல்டு உள்ள ஒரு பாட்டரியை 18 ஓம் மின் தடையுடன் இணைத்தால், கிடைக்கும் மின்னோட்டத்தின் சக்தி என்ன?

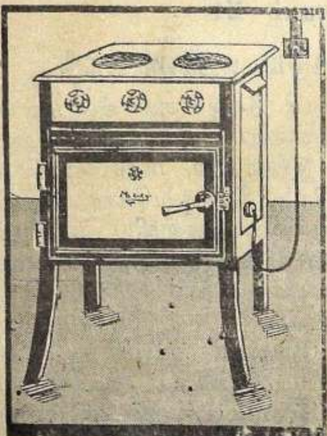
அத்தியாயம் 24

மின்சாரத்தால் ஏற்படும் உஷ்ண சக்தி

சோதனை 77:—சுமார் 6-அங்குல நீளமுள்ள மெல்லிய தாமிரக் கம்பி அல்லது இரும்புக் கம்பியை ஒருமின்சாரச் சுற்றில் இணைத்து, மின்னோட்டத்தைச் செலுத்து. சிறிது நேரத்தில் கம்பிகள் சூடாக இருப்பது தெரியவரும். பிறகு மெல்லிய தாமிரம் அல்லது இரும்புக் கம்பியை எடுத்துவிட்டு, கனமான தாமிரக் கம்பிகளை மின்சாரச்சுற்றில் இணை. இப்பொழுது முன்போல் உஷ்ணம் ஏற்படுவதில்லை. அடுத்தபடியாக ஜெர்மன் வெள்ளிக் கம்பி (German silver,) நிக்கலும் குரோமியமும் சேர்ந்த நைக்ரோம் கம்பி (Nichrome), கார்பன் இழை, டங்ஸ்டன் இழை இவற்றின் மூலமாக மின்சாரத்தைச் செலுத்து. ஜெர்மன் வெள்ளிக் கம்பியும், நைக்ரோம் கம்பியும்

எளிதில் மிகச் சூடாகின்றன. கையால் அவற்றை இப்பொழுது தொட முடியாது. சூட்டினால் அவை சிவந்து சுவலிக்கும். கார்பன் இழையிலும் டங்ஸ்டன் இழையிலும் இன்னும் அதிகமான சூடு உண்டாகி, அவை வெளிச்சம் தரக்கூடிய பிரகாசத்தை அடைகின்றன.

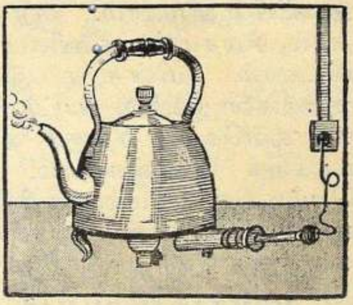
இச்சோதனையிலிருந்து மெல்லிய கம்பிகள் மின்சார ஓட்டத்திற்குத் தடைசெய்து உஷ்ணம் உண்டாக்குகின்றன என்றும், ஜெர்மன் வெள்ளி நைக்ரோம் போன்ற கம்பிகள், தாமிரக்கம்பிகள், இரும்புக் கம்பிகள் இவற்றைவிட அதிகத் தடை இருப்பதினால் அவை வெப்பத்தை வெளிவிடுகின்றன என்றும் அறிகிறோம். இப்படி ஏற்படும் உஷ்ண சக்தி பலவித மின்சார உஷ்ணக்கருவிகளில் பயன்படுகிறது. இக்கருவிகளில் அதிகமாக உபயோகப்படுத்தும் கம்பி நைக்ரோம் கம்பியே. ஏனென்றால் இந்தக்கலப்பு உலோகத்தை எளிதில் மிக மெல்லிய கம்பிகளாக இழுக்கலாம்; உஷ்ணப் படுத்தினால் எளிதில் உருகாது; எளிதில், துருப்பிடிப்பதில்லை; விலையும் குறைவு. இக்கம்பியினால் செய்த சுருள்கள் மின்சார உஷ்ணக் கருவிகளில் வைக்கப் பட்டுள்ளன. கம்பிச்சுருளின் மூலமாக மின்சாரம் பாயும்பொழுது அதிக அளவில் உஷ்ணம் ஏற்படுகிறது.



படம் 148. மின்சார அடுப்பு

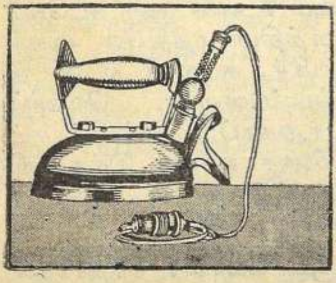
மின்சார உஷ்ணக் கருவிகள்: மின்சார அடுப்பு, மின்சார கெட்

டில், மின்சார இஸ்திரிப் பெட்டி, மின்சாரப் பற்று வைக்கும் கோல், மின்சார வெப்பக்கதிர் வீசும் கருவி முதலியன சில உதாரணங்களாகும். இக்கருவிகளில் நாம் மின்னோட்டத்தின் சக்தியைக் கட்டுப்படுத்திப் போதுமான அளவு உஷ்ணத்தை உண்டாக்கிக் கொள்ளலாம். மழை, காற்று, இவைகளால் பாதிக்கப் படாமல் எப்பொழுதும் ஒழுங்காகவும், சீக்கிரத்திலும், எளிதிலும் இக்கருவிகள் வேலை செய்யக்கூடியவை.

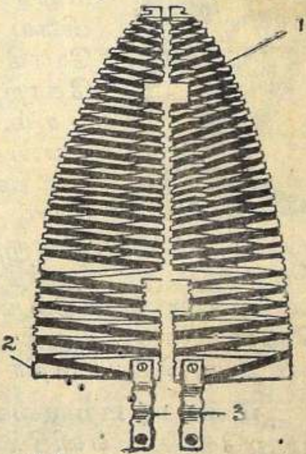


படம் 149. மின்சார கெட்டில்

மின்சார இஸ்திரிப் பெட்டி: சாதாரண



படம் 150. மின்சார இஸ்திரிப் பெட்டி

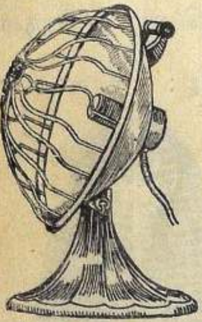


படம் 151 இஸ்திரிப்பெட்டியில் உள்ள நைக்ரோம் ரிப்பன்
1. ரிப்பன் 2. சட்டம் 3. இணைப்புகள்

இஸ்திரிப் பெட்டியை உபயோகித்தால் கரித்தூள்

நெருப்பு முதலியவை இஸ்திரி போடும்பொழுது துணியில் விழலாம். சூடு ஒரே அளவாக இல்லாததால், சிலசமயம் துணிகள் அதிகச் சூட்டினால் கருகி விடலாம். மின்சார இஸ்திரிப் பெட்டியில் இக் குறைகள் இல்லை. பட்டு, கம்பளி, பருத்தி ஆடைகள் ஒவ்வொன்றிற்கும் ஏற்ற உஷ்ணத்தை உண்டாக்கிக் கொள்ளலாம். அதற்கென இஸ்திரிப் பெட்டியின் மேல்பாகத்தில் ஒரு தனி ஸ்விச்சு உண்டு. உஷ்ணம் ஒரே சீராக இருக்கும். துணிகளுக்குக் கெடுதல் ஏற்படாது.

மின்சார வெப்பக் கதிர் வீசி: வெயில் காலத்தில் வெப்பத்தைக் குறைப்பதற்கு மின்சார விசிறியை உபயோகிக்கிறோம். அதைப்போலவே குளிர் அதிகமாக உள்ள காலத்தில் மின்சார வெப்பக் கதிர்வீசும் கருவியை (Electric radiant heater) உபயோகிக்கிறோம். இக்கருவியின் தோற்றத்தைப் படத்தில் காணலாம். பரவளையமாகவும், பளபளப்பாகவும் உள்ள ஒரு உலோகக் கிண்ணத்தின் மத்தியில் நைக்ரோம் கம்பிச் சுருள் ஒன்று பொருத்தப்பட்டுள்ளது. வெளிப்புறத்தில் பாதுகாப்புக் கம்பிச் சட்டம் ஒன்று இருக்கிறது. மின்சாரத்தை இக்கருவியினுள் செலுத்தினால் கம்பிச் சுருள் உஷ்ணமடைந்து, வெப்பக்கதிர் வீசல் ஏற்படுகிறது.

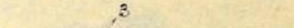


படம் 152. மின்சார வெப்பக்கதிர் வீசி

மின்சார பற்றுவைக்கும் கோல்: சாதாரண பற்றுகோல் எளிதில் குளிர்ந்துவிடுமாகையால் அதைக்கொண்டு பற்றுவைப்பதற்கு அதிகநேரம் பிடிக்கும். நுட்பமான வேலைகளும் செய்வது எளிதல்ல. மின்சார பற்றுவைக்கும் கோலின் உதவி

யால் ஒரே உஷ்ணநிலையில் ரேடியோவின் பாகங்களைப் பற்றுவைக்கலாம். ஆகையால் மின்சாரம் எளிதில் கிடைக்குமிடங்களில் இக்கருவிகள் மிக்க உபயோகமானவை.

மின் உலே: மின்சாரத்தால் ஏற்படும் உஷ்ண சக்தியை உபயோகித்து மின் உலேயை (Electric Furnace) நிர்மாணித்திருக்கிறார்கள். அநேக ரசாயனப் பொருள்களை இவ்வுலேயின் உதவியால் தயாரிக்கின்றனர். உதாரணமாக, எலும்புச் சாம்பல், கல்கரி, மணல் இம்மூன்று பொருள்களையும் மின் உலேயிலிட்டுக் காய்ச்சினல், பாஸ்வரம் கிடைக்கிறது. சுட்ட சுண்ணும்பும், கார்பனும் சேர்த்து இவ்வுலேயில் உஷ்ணப்படுத்தினல், கால்ஸியம் கார்பைடு என்ற பொருள் கிடைக்கிறது. இத்துடன் தண்ணீரைச் சேர்த்தால், அசிட்டிலின் வாயு உற்பத்தியாகிறது. உலோகங்களைக் காய்ச்சிப் பிணைப்பதற்கு (Welding) இவ்வாயுவை ஆக்ஸிஜனுடன் சேர்த்து ஆக்ஸி-அசிட்டிலீன் சுவாலேயாக உபயோகிக்கின்றனர்.

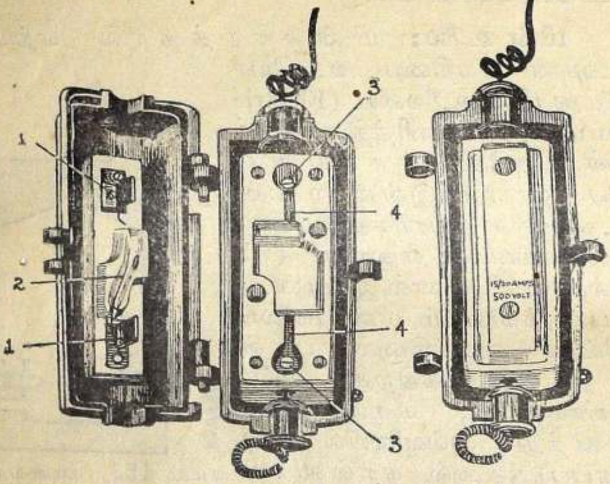


படம் 153. பாஸ்வரம் தயாரித்தல்

1. கால்ஸியம் பாஸ்வேட்டு + மணல் + கரி
2. கார்பன் மின்வாய்கள்
3. கலவையைப் போடுமிடம்
4. திருகு
5. பாஸ்வர ஆவி
6. மிதப்புக்கசடு

உருகு கம்பி (Fuse wire) : ஒவ்வொரு வீட்டிலும் மின்சாரச் சுற்றில் உருகு கம்பிகள் வைத்திருப்பதை நீங்கள் கவனித்திருப்பீர்கள். 'ஷார்ட் சர்க்யூட்' (Short circuit) ஏற்பட்டு, கம்பிகளின் உறைகள் பற்றிக்கொண்டு, நெருப்பினல் வீடுகளுக்கு ஆபத்து

ஏற்படாமல் இவ்வித உருகு கம்பிகள் பாதுகாக்கின்றன. ஏனென்றால், மின்சார ஓட்டத்தின் சக்தி ஓர் எல்லையைத் தாண்டியவுடன், உருகு கம்பிகள் உருகி,



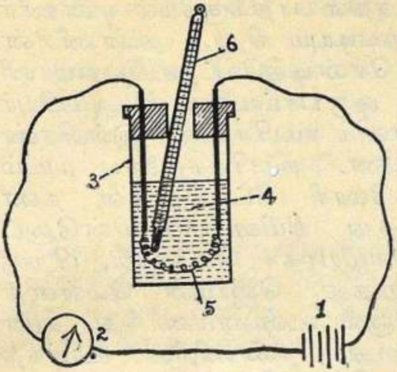
படம் 154. உருகு கம்பிப் பெட்டி

1. தாமிர மின்கடத்திகள்
2. உருகு கம்பி
3. மின்சாரம் உட்செல்லுதல்
4. மின்சாரம் வெளிச்செல்லுதல் 5. இணைப்புத் திருகு (வலது) பெட்டியின் மூடின தோற்றம்.

மின்சார ஓட்டத்தை நிறுத்திவிடும். உருகு கம்பிகள் காரீயம், வெள்ளீயம் என்ற உலோகங்களின் கலவையினால் செய்தவை. இக்கம்பிகள் தாழ்ந்த உஷ்ண நிலையில் உருகக் கூடியவை.

மின்சாரத்தினால் ஏற்படும் வெப்பத்தை அளத்தல்: மின்னோட்டத்திற்கும் அதனால் ஏற்படும் வெப்பத்திற்கும் உள்ள தொடர்பை ஜூல் (Joule) என்ற ஆங்கில விஞ்ஞானி கண்டு பிடித்தார்.

வேலையை அளப்பதற்கு உபயோகிக்கும் ஜூல் (Joule) என்ற அலகு, அவர் பெயரை வைத்து வழங்கப்படுகிறது. ஒரு வோல்ட்டு மின் அழுத்தத்தை உபயோகித்து ஒரு ஆம்பியர் மின்னோட்டத்தை உண்டாக்கி, ஒரு செகண்டு நேரம் ஒரு கம்பியில் செலுத்தினால், மின்சாரம் செய்யும் வேலை ஒரு ஜூல் எனப்படும். E வோல்ட்டு மின் அழுத்தத்தைக் கொண்டு ஒரு கம்பியில் C ஆம்பியர் மின்னோட்டத்தை உற்பத்திசெய்து, அதை t செகண்டு நேரம்



படம் 155 மின்சாரத்தினால் ஏற்படும் வெப்பத்தை அளத்தல்

1- பாட்டரி
2 ஆம்பியர் மானி
3. கலோரி மீட்டர்
4 தண்ணீர்
5. ஜெர்மன் வெள்ளிக் கம்பிச்சுருள்
6. உஷ்ணமானி

சுற்றில் பாயச் செய்தால், அந்தச் சுற்றில் $E \times C \times t$ ஜூல் வேலைநடைபெறுகிறது. 4·2 ஜூல் வேலைசெய்தால் ஒரு கலோரி வெப்பம் ஏற்படுகிறது என்பதை ஜூல் நிரூபித்தார். எனவே, ECt ஜூல் $= \frac{ECt}{4{\cdot}2}$ கலோரிகள்.

ஓமின் விதிப்படி $E = CR$ என்ற சாமியத்தை உபயோகித்தால், மேற்படிச் சுற்றில் ஏற்படும் வெப்பம் $H = \frac{C^2 Rt}{4{\cdot}2}$ கலோரிகள்.

இது ஜூலின் விதியாகும் (Joule's Law).

சோதனை 78: ஒரு கலோரி மீட்டரின் எடையைக் கண்டு கொள். அதில் பாதிக்குமேல் தண்ணீர் எடுத்துக்கொண்டு மறுபடியும் நிறு. தண்ணீரின் உஷ்ண நிலையை ஒரு சென்டிகிரேட் உஷ்ணமானியால் குறித்துக்கொள். ஒரு பாட்டரியுடன் ஆம்பியர் மானி, ஜெர்மன் வெள்ளிக் கம்பிச்சுருள் இவ்விரண்டையும் தொடராக இணை. கம்பிச்சுருளைப் படம் 155-ல் காட்டியபடி கலோரி மீட்டரிலுள்ள தண்ணீருள் வை. பதினைந்து நிமிஷங்கள் மின்னோட்டத்தைக் கம்பியின் வழியாகச் செலுத்தி, பிறகு மின்னோட்டத்தை நிறுத்து. ஜெர்மன் வெள்ளிக் கம்பி மின்னோட்டத்தினால் உஷ்ணமடைந்து, தண்ணீரைச் சூடேற்றுகிறது. தண்ணீரின் உயர்ந்த உஷ்ண நிலையைக் குறித்துக்கொள். மின்சாரம் செல்லும் பொழுது ஆம்பியர் மானியின் அளவீட்டையும் குறித்துக்கொள். கடைசியாகக் கம்பியின் தடையைக் கண்டு கொள். மின்சாரத்தினால் ஏற்படும் வெப்பத்தைக் கீழ்க்கண்டவாறு கணக்கிடு.

அளவீடுகள்

கலோரி மீட்டரின் எடை = 40 கி

கலோரி மீட்டர் + தண்ணீரின் எடை = 136 கி

தண்ணீரின் முதல் உஷ்ண நிலை = 30°C

தண்ணீரின் இரண்டாவது உஷ்ண நிலை = 60 °C

மின்சாரம் செலுத்திய நேரம் = 15 நிமிஷம்

மின்னோட்டத்தின் சக்தி = 1 ஆம்பியர்

கம்பியின் தடை = 14 ஓம்

I. ஜூலின் விதிப்படி $H = \frac{C^2Rt}{J}$

$= \frac{1 \times 14 \times 15 \times 60}{4 \cdot 2}$

$= 3000$ கலோரிகள்

II. தண்ணீரின் எடை = 96 கிராம்
கலோரி மீட்டரின் சம நீர் எடை = 4 கிராம்
தண்ணீரின் மொத்த எடை = 100 கிராம்
உஷ்ணம் அதிகரிப்பு = 30°C
தண்ணீர் அடையும் வெப்பம் = 100 × 30
= 3000 கலோரிகள்

மேற்கூறிய சோதனையினல் ஜூலின் விதியைச் சரி பார்க்கலாம். தவிர, வேலைக்கும் வெப்பத்திற்கும் உள்ள தொடர்பைத் தெரிந்து கொள்வதற்கும் இச்சோதனை உதவுகிறது.

கேள்விகள்

1. மின்சாரம் கம்பிகளின் வழியே செல்லும்பொழுது உஷ்ணம் ஏற்படுவது ஏன்?
2. மின்சார உஷ்ணக் கருவிகளுக்கு ஏற்ற உலோகக் கம்பி எது? அதை உபயோகப்படுத்துவதினல் அனுகூலம் என்ன?
3. மின்சார உஷ்ணக் கருவிகளில் சிலவற்றை எழுது.
4. கரி அல்லது விறகு உபயோகிக்கும் உஷ்ணக் கருவிகளைவிட, மின்சார உஷ்ணக் கருவிகளை உபயோகிப்பதனல் ஏற்படும் அனுகூலங்கள் என்ன?
5. உருகு கம்பி எந்த உலோகங்களினல் செய்யப் பட்டது? அதன் குணம் என்ன?
6. உருகு கம்பியின் உபயோகம் என்ன?
7. மின் உலையைப் பற்றிச் சிறு குறிப்பு எழுது,
8. மின் உலையில் கீழ்க்கூறிய பொருள்கள் எவ்வாறு தயாரிக்கப் படுகின்றன? (a) பாஸ்வரம் (b) கால்ஸியம் கார்பைடு.
9. ஜூலின் விதியைக் குறிக்கும் சாமியத்தை எழுது.

10. 150 கிராம் தண்ணீரை 30°C லிருந்து கொதி நிலைக்குக்கொண்டு வர, 220 வோல்ட்டு மெயினிலிருந்து 5 நிமிஷம் மின்சாரத்தைச் செலுத்த வேண்டியிருக்கிறது, இதற்குத் தேவையான கம்பிச் சுருளின் மின் தடையைக் கணக்கிடு.

அத்தியாயம் 25

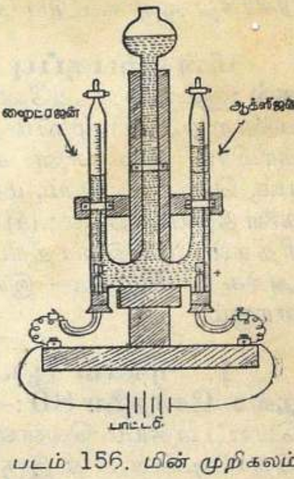
மின்சாரத்தால் ஏற்படும் ரசாயன சக்தி

சில கூட்டுப் பொருள்களை திரவ ரூபத்திலோ, கன்ரசலாகவோ எடுத்துக் கொண்டு, அவைகளின் வழியாக மின்னோட்டத்தைச் செலுத்தினால், அவை அயனிகளாக (Ions) பிரிக்கப்படுகின்றன. இந்த நிகழ்ச்சியை ஒருவித ரசாயன மாற்றமாகக் கருதலாம். இதில் உபயோகப்படும் திரவத்திற்கு **மின்னாற்பகு பொருள்** (Electrolyte) எனப்பெயர். இந்த நிகழ்ச்சி **மின்னாற்பகுப்பு** (Electrolysis) எனப்படும். மின்னாற்பகு பொருளின் வழியாக மின்சாரம் செல்லுகையில் நேர்மின் வாயின் (Anode) மூலம் உட்சென்று, எதிர் மின்வாயின் (Cathode) மூலம் வெளிச் செல்லுகிறது.

சோதனை 79:- தண்ணீரை ஆக்ஸிஜன், ஹைடிரஜன் என்று இரண்டு பாகங்களாகப் பிரிக்க உதவும் உபகரணம் படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளது. இந்த உபகரணத்திற்கு **மின்முறிகலம்** என்று பெயர். இதில் நீளமான இரண்டு குழாய்கள் ஒன்றோடொன்றும், மூன்றாவது ஒரு குழாயுடனும் சேரும்படி அமைக்கப்பட்டிருக்கிறது. முதலிரு குழாய்களின் மேல் பாகங்களில் குழாய் அடைப்பான்கள் பொருந்தப்பட்டுள்ளன. குழாய்களில் வாயுவை கன சென்டிமீட்டரில் அளக்கும் அளவு கோடுகள் இருக்கின்

றன. இரு குழாய்களின் அடிபாகங்களும் அடைப்பான்களால் மூடப்பட்டு, அவற்றின் வழியாக மின்சாரத்தைச் செலுத்துவதற்காகக் கம்பிகள் செருகப்பட்டிருக்கின்றன. கம்பிகளின் உள் முனைகளில் பிளாட்டினம் தகடுகள் மின்வாய்களாக வைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. இக்கம்பிகளின் மற்ற முனைகள் ஒரு மின்சார பாட்டரியுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. மூன்றாவது குழாய் முதலிரு குழாய்களின் மத்தியில் இருக்கிறது. இதன் வாய்பாகம் அகன்றிருக்கும்.

நடுக்குழாயின் வழியாகச் சிறிதளவு கந்தக அமிலம் கரைந்த தண்ணீரை ஊற்றி, மின் முறிகலத்தை நிரப்பு. சுத்தமான தண்ணீரின் வழியாக மின்சாரம் பாயாது. சிறிதளவு கந்தக அமிலம் கலந்தால் தண்ணீரில் மின்சாரம் எளிதில் பாயும். இரு குழாய் அடைப்பான்களையும் மூடிவை. பிறகு பாட்டரியிலிருந்து மின்சாரத்தை மின்வாய்களின் வழியாகச் செலுத்தினால், பிளாட்டினம் தகடுகளிலிருந்து வாயுக் குமிழிகள் கிளம்புவதைக் கவனிக்கலாம். சிறிது நேரத்திற்குப் பிறகு இரு அளவு குழாய்களிலும் வாயுக்கள் சேகரிக்கப் பட்டிருப்பதைக் காணலாம். இவ் வாயுக்களால் இடப்பெயர்ச்சி செய்யப்பட்ட திரவம் நடுக்குழாயை அடையும். மின்சார ஓட்டத்தை நிறுத்தி, இரு வாயுக் குழாய்களில் உள்ள வாயுக்களின் கன அளவைக் குறித்துக் கொள். பிறகு குழாய் அடைப்பானைத் திறந்து



படம் 156. மின் முறிகலம்

சுவாலையுடன் எரியும் குச்சியை அருகில் வைத்தால் குச்சி மிகவும் பிரகாசமாக எரியும். அந்த வாயு ஆக்ஸிஜன். இது நேர்மின் வாயில் வெளிவிடப்படுகிறது. மற்றொரு வாயுவினால் எரியும் குச்சி அணைக்கப்படும். ஆனால் வாயு ஓர் சிறிய வெடிசப்தத்துடன் பற்றி எரியும். அந்த வாயு ஹைடிரஜன். இது எதிர் மின்வாயில் வெளிவிடப்படுகிறது. சேகரித்த ஹைடிரஜனுடைய கன அளவும் ஆக்ஸிஜனுடைய கன அளவும் 2 : 1 என்ற விகிதத்தில் இருப்பதை அறியலாம். அதாவது தண்ணீர் கன அளவில் இரு பங்கு ஹைடிரஜனும், ஒரு பங்கு ஆக்ஸிஜனும் சேர்ந்த ஒரு கூட்டுப் பொருளாகும்.

மின்னாற்பகுப்பு முறையைப் பயன்படுத்துதல் : இம்முறை அனேக விதங்களில் பயன்படுத்தப்படுகிறது. (1) முலாம் பூசுதல்; (2) தங்கம், வெள்ளி, தாமிரம் இவைகளை சுத்தப்படுத்துதல்; (3) சோடியம், பொட்டாசியம், மகனீசயம், அலுமினியம் இவைகளைத் தயாரித்தல்; (4) எரிசோடா, குளோரின் தயாரித்தல்; (5) இசைத்தட்டுகள் தயாரித்தல்; (6) மின் அச்சு எடுத்தல்—இவைகளெல்லாம் உதாரணங்களாகும்.

1. முலாம் பூசுதல்: வெள்ளிமுலாம் பூசுதல்: சோதனை 80 :—ஒரு கண்ணாடித் தொட்டியில் பொட்டாசியம் வெள்ளி சயனைடு கரைசலை ஊற்று. தொட்டியின் மீது இரு தாமிரத் தண்டுகளை வைத்து, அவற்றை ஒரு பாட்டரியின் இரு துருவங்களுடன் இணை. பாட்டரியின் நேர் துருவத்துடன் இணைத்த தண்டிலிருந்து ஒரு வெள்ளித்தகடைக் கரைசலில் தொங்கவிடு. மற்ற தண்டிலிருந்து வெள்ளி முலாம் பூசவேண்டிய பொருள்களைத் தொங்கவிடு. இப்பொழுது கரைசலின் வழியாக மின்சாரத்தைச் செலுத்து. கரைசல் மின்னாற்பகுப்படைந்து எதிர்

மின்வாயாக உள்ள பொருள்களின்மீது வெள்ளி படிகிறது. அதே சமயத்தில் வெள்ளித் தகடு கரைந்து, கரைசலின் அடர்வு ஒரே சீராக வைக்கப்படுகிறது. தேவையான அளவு வெள்ளி படிந்தவுடன் மின்சாரத்தை நிறுத்து.

முலாம்பூசவேண்டிய பொருள்களைக் கரைசலில் வைப்பதற்கு முன் நன்ருக சுத்தப்படுத்த வேண்டும். மின்னேட்டத்தின் சக்தி ஒரு ஆம்பியர், அல்லது அதற்குக் குறைவாகவோ இருக்கவேண்டும். சாதாரணமாக மின்சார முலாம் பூசுவதற்கு 5 அல்லது 6 டானியல் மின் கலங்களைத் தொடர் அடுக்கில் இணைக்கவேண்டும். மின்சாரத்தை நிறுத்தியவுடன் பொருள்களை வெளியே எடுத்து, ஓடும் தண்ணீரில் நன்ருகக் கழுவவேண்டும். பிறகு பொருள்களுக்கு மெருகு கொடுக்கவேண்டும்.

வெவ்வேறு உலோகங்களை முலாம் பூசுவதற்குத் தேவையான பொருள்களைக் கீழ்க்கண்ட அட்டவணையில் காணலாம்.]

	நேர் மின்வாய்	எதிர் மின்வாய்	மின்னற் பகுபொருள்
தாமிர முலாம்	சுத்தத் தாமிரத் தகடு	பொருள்	தாமிர ஸல்பேட்டு கரைசல்
நிக்கல் முலாம்	சுத்த நிக்கல் தகடு	,,	நிக்கல்அம்மோனியம் ஸல்பேட்டு கரைசல்
வெள்ளி முலாம்	சுத்த வெள்ளித் தகடு	,,	பொட்டாசியம் - வெள்ளி - சயனைடு கரைசல்
தங்க முலாம்	சுத்தத் தங்கத் தகடு	,,	பொட்டாசியம் - தங்கம் - சயனைடு கரைசல்

பாரடேயின் மின்னாற்பகுப்பு விதிகள்:

படம் 157. பாரடே

பிரசித்திபெற்ற ஆங்கில விஞ்ஞானிகளில் பாரடே (Faraday) என்பவர் ஒரு முக்கிய ஸ்தானத்தைப் பெற்றிருக்கிறார். மின்சாரப் பகுதியில் அவர் செய்த ஆராய்ச்சிகளின் பயனாக, நாம் அளவற்ற சௌகர்யங்களை அனுபவிக்கிறோம்.

பாரடேயின் மின்னாற்பகுப்பு விதிகள் பின்வருமாறு: ஓர் மின்னாற்பகு பொருளின் வழியாக மின் ஓட்டத்தைச் செலுத்தினால்,

(a) கிடைக்கும் அயனிகளின் எடைகளும் மின் ஓட்டத்தின் சக்தியும் நேர்விகிதத்தில் உள்ளன.

(b) அயனிகளின் எடைகளும் மின் ஓட்டம் செலுத்தப்படும் நேரமும் நேர்விகிதத்தில் உள்ளன.

இவ்விதியைக் கீழ்க்கண்ட சாமியம் விளக்கும்.

$m = c \times t \times e.$

m = அயனியின் எடை, C = மின்னோட்டத்தின் சக்தி
t = மின்சாரம் செல்லும் நேரம்-ஸெகண்டுகள்
e = மின் ரசாயன சம பல எண்
(Electro chemical equivalent)

உதாரணம்: வெள்ளி நைட்டிரேட்டு கரைசலின் வழியாக ஒரு ஆம்பியர் மின்சார ஓட்டத்தை 10 நிமிஷ நேரம் செலுத்தினால், கிடைக்கப்படும் வெள்ளியின் எடை என்ன? (வெள்ளியின் மின் ரசாயன சம பல எண் = ·001118)

பாரடேயின் விதிகளின்படி m = cte.

$m = 1 \times 10 \times 60 \times \cdot 001118$
$= 0 \cdot 6708$ கிராம்.

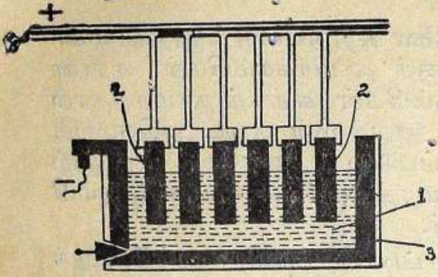
2. உலோகங்களை சுத்தப்படுத்துதல்: மின்சாரத் தொழில்களுக்குத் தாமிரக்கம்பிகள் ஏராளமாகத்தேவை. இக்கம்பிகள் சுத்தத் தாமிரத்தால் செய்யப்படாவிட்டால் அவற்றின் தடை அதிகமாகி, மின்சாரம் வீணக்கப்படும். எனவே மின்னற் பகுப்பு முறையில் தாமிரத்தைச் சுத்தபடுத்தி, கம்பிகள் தயாரிக்கின்றனர்.

ஒரு பெரிய தொட்டியில் தாமிர ஸல்பேட்டுக் கரைசல் ஊற்றப்படுகிறது. இதில் ஒரு சுத்தமான மெல்லிய தாமிரத்தகடு எதிர் மின்வாயாகவும், அசுத்தமான தாமிரக்கட்டி நேர் மின்வாயாகவும் வைக்கப்பட்டுள்ளன. கரைசலின் வழியாக மின்சாரத்தைச் செலுத்திஞல் எதிர் மின்வாயில் சுத்தத்தாமிரம் படியும். நேர் மின்வாயிலுள்ள தாமிரம் கரைசலுடன் சேர்ந்து, அதன் அடர்வை ஒரே சீராகச் செய்யும்.

மேற்கூறிய முறையில் அசுத்தத் தாமிரத்துடன் கலந்துள்ள வெள்ளி, தொட்டியினடியில் தங்கும். இந்த வெள்ளியானது தாமிரத்தைச் சுத்தப்படுத்துவதற்குச் செலவாகும் மின்சாரத்திற்கு ஈடாகும். இதே முறையில் தங்கம், வெள்ளி இவை இரண்டையும் சுத்தம் செய்யலாம்.

3. (a) சோடியம், பொட்டாசியம் தயாரித்தல்: சாதாரண ரசாயன முறைகளில் மேற்கூறிய உலோகங்களைப் பிரித்தெடுப்பது எளிதல்ல. டேவி (Davy) என்ற விஞ்ஞானி உருகிய எரிசோடாவின் மூலம் மின்சாரத்தைச் செலுத்தி, சோடியத்தைத் தனியாகப் பிரித்தெடுத்தார். இதைப் போலவே உருகிய எரி பொட்டாசின் மூலம் மின்சாரத்தைச் செலுத்தி, பொட்டாசியத்தைத் தயாரிக்கின்றனர்.

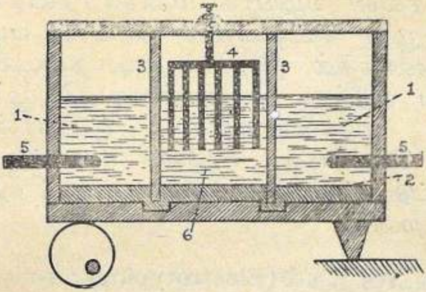
(b) **அலுமினியம் தயாரித்தல்:** கிராவைட்டு பூசப்பட்ட ஓர் இரும்புத் தொட்டியில், பாக்ஸைட்டு, கிரியொலைட்டு என்ற அலுமினிய தாதுக்கள் உருக்கி ஊற்றப்பட்டுள்ளன. தொட்டியின் மேலுள்ள ஒரு கழியிலிருந்து கார்பன் தண்டுகள் இந்த திரவத்தில் தொங்கவிடப்பட்டுள்ளன. இத்தண்டுகளை நேர்மின் வாயாகவும், இரும்புத் தொட்டியை எதிர்மின் வாயாகவும் வைத்து, மின்சாரத்தைச் செலுத்தினல், பாக்ஸைட்டு அலுமினியமாகவும், ஆக்ஸிஜனகவும் பிரிக்கப்பட்டு, உருகிய அலுமினியம் தொட்டியின் அடியில் தங்கும். இதை அவ்வப்பொழுது ஒரு குழாயின் மூலம் வெளியே எடுக்கின்றனர்.



படம் 158. அலுமினியம் தயாரித்தல்
1. உருகிய பாக்ஸைட்டும், கிரியொலைட்டும்
2. கார்பன் தண்டுகள்
3. இரும்புத் தொட்டி

4. எரி சோடாவும், குளோரினும் தயாரித்தல்: எரிசோடா அதிக அளவில் தயாரிப்பதற்கு காஸ்ட்னர் கெல்னர் முறை உபயோகப்படுகிறது. ஸ்லேட்டினல் செய்த ஒரு பெரிய அறை, சுவர்களால் மூன்ருகத் தடுக்கப்பட்டுள்ளது. மூவறைகளின் அடியிலும் பாதரசம் இருக்கிறது. நடுச்சுவர்களின் அடியால் பாதரசம் ஓர் அறையிலிருந்து மற்றொரு அறைக்குச் செல்லக்கூடும். ஓர அறைகளில் அடர்வான சோடியம் குளோரைடு கரைசல் வைக்கப்பட்டுள்ளது. நடு அறையில் தண்ணீர் உள்ளது. ஓர அறைகளில் கார்பன் தண்டுகள் நேர்மின் வாயாக வைக்கப்பட்டுள்ளன. நடு அறையில் இரும்புத் தண்டு

கள் எதிர்மின் வாயாக வைக்கப்பட்டுள்ளன. சோடியம் குளோரைடு வழியாக மின்சாரத்தைச் செலுத்தினுல், ஒர அறைகளின் மேல்பாகத்தில் குளோரின் வாயுவும், அடியில் சோடியமும் விடுவிக்கப் படுகின்றன. குழாய்களின் மூலம் குளோரின் வாயு வெளியே எடுத்துச் செல்லப் படுகிறது. சோடியம் பாதரசத்துடன் சேர்ந்து ரசக்கலவையாக மாறுகிறது. அறையை லேசாக அசைத்தால், ரசக் கலவை ஒர அறைகளிலிருந்து நடு அறைக்குக்கொண்டுவரப் படுகிறது.



படம் 159. காஸ்ட்னர்-கெல்னர் முறை-எரிசோடா தயாரித்தல்

1. உப்புக்கரைசல்
2. பாதரசம்
3. அறையை மூன்ருகத் தடுக்கும் சுவர்கள்
4. இரும்புத் தண்டுகள் (—) எதிர் மின்வாய்
5. கார்பன் தண்டுகள் (+) நேர் மின்வாய்
6. தண்ணீர்

இப்பொழுது சோடியம் தண்ணீருடன் சேர்ந்து சோடியம் ஹைடிராக்ஸைடாக மாறுகிறது. ஹைடிரஜன் இரும்புத் தண்டுகளின்மீது வெளிவிடப் பட்டு, ஒரு குழாயின்மூலம் வெளிச் செல்லுகிறது. நடுஅறையிலுள்ள கரைசலே எடுத்து ஆவியாக்கினுல், எரிசோடா திடப் பொருளாகக் கிடைக்கும்.

5. இசைத்தட்டுகள் தயாரித்தல்: முதலில் இசையை மெழுகினுல் செய்த ஒரு வட்டில் (Disc) பதியச் செய்கின்றனர். இவ்வட்டின் மீது கிராவைட்டுத் தூளைத் தூவி, தாமிர ஸல்பேட்டு கரைசல் உள்ள ஒரு தொட்டியில் இதை எதிர்மின் வாயாக

வைக்கின்றனர். ஒரு சுத்தமான தாமிரத் தகடு நேர்மின் வாயாகக் கரைசலில் வைக்கப்பட்டிருக்கிறது. பிறகு கரைசலின் வழியாக மின்சாரத்தைச் செலுத்தினால், மெழுகு வட்டின்மீது தாமிரம் படியும். வேண்டிய கனத்தில் தாமிரம் படிந்தவுடன் வட்டை வெளியே எடுத்து, தாமிரத்தை மெழுகிலிருந்து தனியே எடுக்கின்றனர். இதுதான் இசைத் தட்டின் நெகட்டிவ். இதை வைத்துக் கொண்டு வல்கனைட்டு தட்டுகளில் தேவையான பிரதிகளைத் தயாரிக்கின்றனர்.

6. மின் அச்சு எடுத்தல் (Electrotyping) : சாதாரண அச்சு எழுத்துக்களை அடிக்கடி உபயோகித்தால் அவை தேய்ந்துபோய்விடும். எழுத்துக்கள் ஒரே சீராக இருக்காது. மேலும், எழுத்துக்கள் தனித்தனியாக இருப்பதால், அவை கீழே விழவும், இடம் பெயரவும் ஏதுவாகும். தனி எழுத்துக்களைக் கோர்ப்பதற்கு அதிக நேரமுமாகும். ஆயிரக்கணக்காகப் பிரதிகள் தேவையாகவுள்ள புத்தகங்கள் தயாரிப்பதற்கும், விலையுயர்ந்த விஞ்ஞான, கணித புத்தகங்கள் தயாரிப்பதற்கும், மின்னச்சு எழுத்துக்களை உபயோகிக்கின்றனர். முதலில் புத்தகத்தின் பக்கங்களைச் சாதாரண அச்சுக்களால் கோர்த்து, ஓர் சட்டத்தில் வைக்கின்றனர். பிறகு இந்தப் பக்கத்தை ஒரு மெழுகு தட்டில் அமிழ்த்தி, ஒரு பிரதி தயார் செய்துகொள்ளுகின்றனர். மெழுகுதட்டின் மீது சிறிது கிராவைட்டைத் தூவி, முலாம் பூசுதல் முறையில், தட்டின்மீது தாமிரம் பூசப்படுகிறது. பிறகு மெழுகை உருக்கி எடுத்துவிட்டு, கிடைக்கும் தாமிரத் தகட்டை, பின்னால் ஈயத்தைக் காய்ச்சி ஊற்றி, கெட்டிப்படுத்துகின்றனர். இத்தாமிர மின் அச்சுத் தகட்டை உபயோகித்துத் தேவையான பிரதிகளை, வேண்டியபொழுது தயாரித்துக்கொள்ளலாம்.

கேள்விகள்

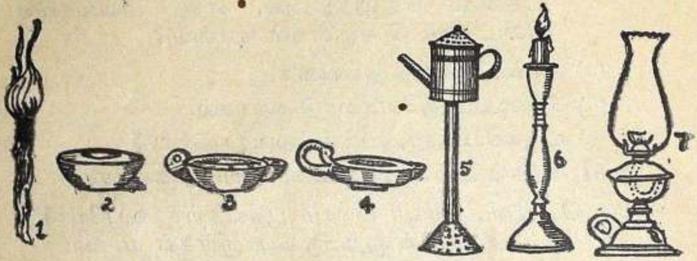
1. கீழ்க்கூறிய திரவங்களின் வழியாக மின்னோட்டத்தைச் செலுத்தினால், எதிர் மின்வாயில் கிடைக்கும் பொருள்கள் யாவை ?
   (a) அமிலம் கலந்த தண்ணீர்.
   (b) சோடியம் குளோரைடு கரைசல்.
   (c) உருக்கிய சோடியம் ஹைடிராக்ஸைடு.
   (d) நிக்கல் அம்மோனியம் ஸல்பேட்டு கரைசல்.
2. வெள்ளி, தங்கம் முலாம் பூசுவதற்கு உபயோகிக்கப்படும் மின்னாற்பகு பொருள்கள் யாவை ?
3. முலாம் பூசுவதற்கு எவ்வகை மின்னோட்டத்தை உபயோகிக்கின்றனர்?
4. மின்னாற்பகுப்பு முறையில் தாமிரத்தை எவ்வாறு சுத்தப்படுத்துகின்றனர் ?
5. அலுமினியம் எவ்வாறு தயார் செய்யப்படுகிறது?
6. மின் அச்சு எடுத்தல் முறையைப்பற்றி சிறு குறிப்பு எழுது.

அத்தியாயம் 26

மின்சாரமும் ஒளியும்

இரவு வேளைகளில் ரஸ்தாக்களில் செல்வதற்கும், வேலை செய்வதற்கும் பலவகைச் செயற்கை விளக்குகளை புராதன மனிதர்கள் உபயோகிக்கலாயினர். அவர்கள் உபயோகித்து வந்த சில வகை விளக்குகள் படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளன. அநேக நூற்றாண்டுகளாக மெழுகுவர்த்திகள் உபயோகக்கபட்டு வருகின்றன. பூமியிலிருந்து மண் எண்ணெய் வெட்டி எடுக்கப்பட்டபிறகு கெரசின் விளக்குகளை மெழுகுவர்த்திக்கு பதிலாக ஜனங்கள் உபயோகிப்க்

லாயினர். மின்சார சக்தியை ஏராளமாகத் தயாரிக்கும் முறைகள் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட பிறகு, உலக



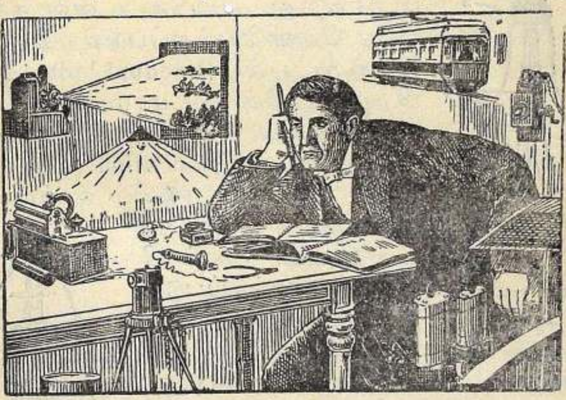
படம் 160. செயற்கை விளக்குகளின் முன்னேற்றம்

1. தீவட்டி
2. மண் அகல்
3, 4. வெண்கல தீபங்கள்
5. பாரபின் எண்ணெய் விளக்கு
6. மெழுகுவர்த்தி விளக்கு.
7. கெரசின் விளக்கு

மெங்கும் மின்சார விளக்குகள் தோன்றலாயின. தற்காலத்தில் பெரிய நகரங்களில் ரஸ்தாக்களிலும், கட்டடங்களிலும் மிகவும் பிரகாசமுள்ள பாதரச ஆவி விளக்குகள் உபயோகிக்கப்படுகின்றன.

மின்சார விளக்குகளின் வரலாறு: மின்சார விளக்கு முதன்முதலாக 1879 ஆம் ஆண்டில் எடிஸன் (Edison) என்ற அமெரிக்க விஞ்ஞானியால் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. மூங்கில் நாரை எரித்துக் கிடைக்கப்பெறும் கார்பன் இழையை ஒரு கண்ணடி பல்பில் வைத்து, பல்பிலுள்ள காற்றை வெளியேற்றினர். பிறகு கார்பன் இழையின் மூலம் சக்தியுள்ள மின்னேட்டத்தைச் செலுத்தினர். கார்பன் இழை அதிக மின் தடையுள்ளது. ஆகையினல் மின்சாரம் அதன் வழியாகச் செல்லும்பொழுது, முதலில் உஷ்ண சக்தியாக மாறி, பிறகு ஒளியைத் தருகிறது.

1906 ஆம் ஆண்டில் கார்பன் இழைக்குப் பதிலாக டங்ஸ்டன் உலோகத்தின் இழைகளைக் கொண்ட மின்சார பல்புகள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டன. டங்ஸ்டனின் உருகு நிலை 3600°C க்கு மேலாகும். ஆகையினால் டங்ஸ்டன் கம்பி இழையின் வழியாக மிகவும் சக்திவாய்ந்த மின்சாரத்தைச் செலுத்த



படம் 161. அமெரிக்க விஞ்ஞானி எடிஸன்

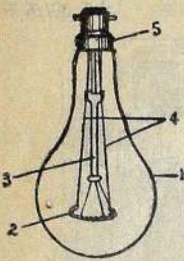
லாம். கார்பன் இழை கொண்ட விளக்குகளை விட டங்ஸ்டன் இழைகொண்ட விளக்குகள் இருவிதங்களில் மேலானவை—(1) அதிக காலம் நீடித்திருக்கும். (2) ஒளி தரும் திறன் அதிகம்.

[தற்காலத்தில் நைட்டிரஜன், ஆர்கன் போன்ற ஜடமாண (Inert) வாயுக்களடங்கிய பல்புகள் அதிகமாக உபயோகிக்கப்படுகின்றன. வெற்றிட பல்புகளை விட இவற்றை அதிக உஷ்ண நிலையில் எரியச் செய்யலாம். எனவே, இவ்வித பல்புகள் தரும் ஒளி அதிகமாகும்.]

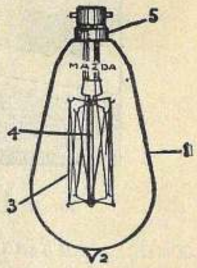
மின்சார விளக்குகளில், மின்சார சக்தியில் 5% தான் ஒளியாக மாறுகிறது. மிகுதியுள்ள 95%

உஷ்ணமாக மாறுகிறது. இந்த உஷ்ணம் வீணாகிறது.

மின்சார பல்பின் அமைப்பு: ஒரு கண்ணாடி பல்பு ஒரு பித்தளைக் கூடுடன் பாரிஸ் சாந்தினால் (Plaster of Paris) பொருந்தப்பட்டிருக்கிறது. பல்பில் உள்ள காற்றானது வெளியேற்றப்படுகிறது. இது வெற்றிட பல்பு (Vacuum bulb) ஆகும். பிறகு அதில் ஜடமானவாயு நிரப்பப்படுகிறது. இவ்வித பல்பு வாயு நிரப்பிய பல்பு (Gas filled bulb) எனப்படும். பல்பின் நடுவில் உள்ள ஒரு கண்ணாடித் தண்டால் டங்ஸ்டன் கம்பி இழை தாங்கப்படுகிறது. கம்பி இழையின் இருமுனைகள் தாமிர மின்கடத்திகளுடன் இணைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. பல்பை அதன் உறையில் செருகி, ஸ்விச்சைப்போட்டால் மின்கடத்திகளின் வழியாக மின்சாரம் கம்பி இழைக்குச் செல்லும். இப்பொழுது பல்பு ஒளியைத் தருகிறது. முதன்முதலாக உபயோகிக்கப்பட்ட டங்ஸ்டன் பல்புகளின் தோற்றத்தைப் படத்தில் காணலாம். இவற்றினடியில் காற்றை வெளியேற்றிய முனை வெளியே நீட்டிக் கொண்டிருக்கும். இதன் காரணமாக பல்புகள் அடிக்கடி உடைய ஏதுவாயிற்று. கம்பி இழை அதிக நீளமுடையது.



படம் 162 மின்சார பல்பின் அமைப்பு
1. கண்ணாடி பல்பு
2. டங்ஸ்டன் கம்பி இழை
3. கண்ணாடித் தண்டு
4. மின்கடத்திகள்
5. பித்தளைக் கூடு



படம் 163. மின்சார பல்பு இழை மற்றொரு விதத்தில் அமைக்கப்பட்டுள்ளது.
1. கண்ணாடி பல்பு
2. காற்றை வெளியேற்றிய முனை
3. டங்ஸ்டன் கம்பி இழை.
4. கண்ணாடித் தண்டு
5. பித்தளைக் கூடு

ஆகையினல் அது கண்ணுடித் தண்டுடன் இணைக்கப்பட்ட பல தாங்கிகளில் பொருந்தப்பட்டது.

மின்சார பல்பில் உபயோகிக்கும் கம்பிகளின் தன்மைகள்: *மின்சார பல்பில் கம்பியாக உபயோகிக்கும் உலோகத்திற்குக் கீழ்க்கூறிய குணங்கள் அவசியம்:—*

1. உலோகத்தை மெல்லிய கம்பியாக இழுக்க முடிய வேண்டும்.

2. உலோகத்தின் உருகு நிலை அதிகமாக இருக்கவேண்டும்.

3. உலோகக்கம்பிக்கு அதிக மின் தடை இருக்கவேண்டும்.

4. உலோகக் கம்பி உஷ்ணப்படுத்திஞல் எளிதில் அறுந்து விடக்கூடாது.

மின்சார விளக்குகளை உபயோகிப்பதில் ஏற்படும் நன்மைகள்:

1. இவை உபயோகிப்பதற்கு சௌகர்யமாக இருக்கின்றன. ஸ்விச்சை அழுத்திஞல் விளக்கு எரியும்.

2. சாதாரண கெரசின் விளக்குகளை விட இவை பிரகாசமாக எரியும். ஆகையினல் இவ்விளக்கில் படிப்பது சுலபமாகும்.

3. கெரசினும், இதர எண்ணெய்களும் உபயோகித்து எரியும் விளக்குகளிஞல் தீ விபத்து ஏற்படக் கூடும். மின்சார விளக்கில் இந்த மாதிரி விபத்து ஏற்படாது.

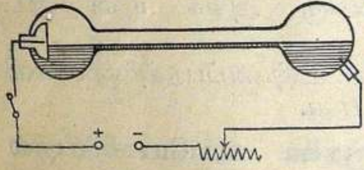
4. மின்சார விளக்குகள் பல் விதங்களிலும் அழகாகவும் அமைக்கப்பட்டுள்ளன.

மின்சார வில் விளக்கு (Electric arc lamp):

இரு கார்பன் தண்டுகளைச் சக்திவாய்ந்த ஒரு பாட்டரியுடன் இணைத்து, தண்டுகளின் முனைகளை

ஒன்றோடொன்று தொடும்படி வைத்து, பிறகு சிறிதளவு பிரித்தால், தண்டுகளின் இடையே மின்சார வில் (Electric arc) ஒன்று ஏற்படும். இதற்குக் குறைந்தது 40 வோல்டு மின் அழுத்தமாவது தேவை. தண்டுகள் கூடுமிடத்தில் அதிக உஷ்ணம் ஏற்பட்டு கார்பன் ஆவியாகிறது. இந்தக்கார்பன் ஆவிமூலம் மின்சாரம் பாய்ந்து பிரகாசமான ஒளி ஏற்படுகிறது. படவிளக்குகளில் இவ்வித மின்சார வில் விளக்கு உபயோகப்படுத்தப்படுகிறது.

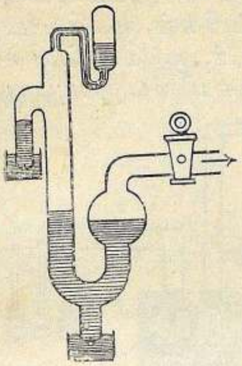
பாதரச ஆவி விளக்கு (Mercury Vapour Lamp): படம் 164-ல் காட்டியபடி கண்ணாடியால் செய்த ஒரு கருவியில், இரு முனைகளிலும் பிளாட்டினக் கம்பிகள் பொருந்தப்பட்டுள்ளன. கருவியினுள் பாதரசம் வைக்கப்பட்டுள்ளது. சக்தி வாய்ந்த ஒரு திசை ஓட்ட மின்சாரத்தை ஒரு மின்தடையின் மூலம் இக்கம்பிகளுடன் இணைத்து, பாதரசம் வழியாக மின்சாரம் செலுத்தப்படுகிறது. கருவியின் இடது முனையைச் சற்று உயர்த்தினால், பாதரசம் இரண்டாகப் பிரிகிறது. பாதரசத்தில் ஒரு சிறு பகுதி ஆவியாகிறது. இந்த ஆவியின் மூலம் மின்சாரம் செல்லுகையில் பச்சை நீல மின்சார வில் ஒன்று ஏற்படுகிறது. எனவே, இக்கருவிக்குப் பாதரச ஆவி விளக்கு என்ற பெயர் வழங்கப்படுகிறது.



படம் 164. பாதரச வில் விளக்கின் தத்துவம்

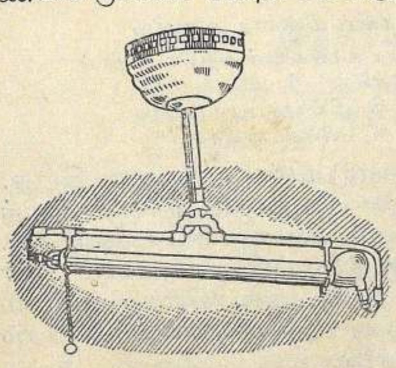
வாரன் (Waran) என்பவரால் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட பாதரச வில் விளக்கின் தோற்றத்தைப் படத்தில் காணலாம். இக்கருவியில் உள்ள பிளாட்டினம் கம்பிகளுக் கிடையே பாதரசம் இருக்கின்றது. இக்கருவிகளில் வலதுபக்கத்துக் குழாயை ஒரு தண்ணீர் வடிகட்டுப் பம்புடன் (Filter pump) இணைத்து, தண்

ணீர்க்குழாயைத் திறந்தால், இக்கருவியிலுள்ள வாயுவின் அழுத்தம் குறைந்து, மேல் பாகத்திலுள்ள பாதரசம் கீழ் நோக்கி இழுக்கப்படுகிறது. இப்பொழுது பிளாட்டினக் கம்பிகள் வழியாகச் சக்தி வாய்ந்த ஒரு திசை மின்சாரத்தைச் செலுத்தினல், பாதரசம் ஆவியாகி பாதரச வில் விளக்கு ஒன்று ஏற்படுகிறது.



படம் 165. வாரன் பாதரச வில் விளக்கு

தற்காலத்தில் வீடுகளிலும், சிற்றுண்டிச் சாலைகளிலும், காரியாலயங்களிலும் பாதரச ஆவி விளக்குகள் அதிகமாகக் காணப்படுகின்றன. இவ்விளக்குகள் எரியும் பொழுது அதிகப் பிரகாசமான பச்சை நீல ஒளி உண்டாகிறது. சென்னையில் முக்கிய ரஸ்தாக்களிலும், ரஸ்தாக்கள் கூடுமிடங்களிலும் பாதரச ஆவி விளக்குகள் வைக்கப் பட்டிருப்பதைக் காணலாம்.

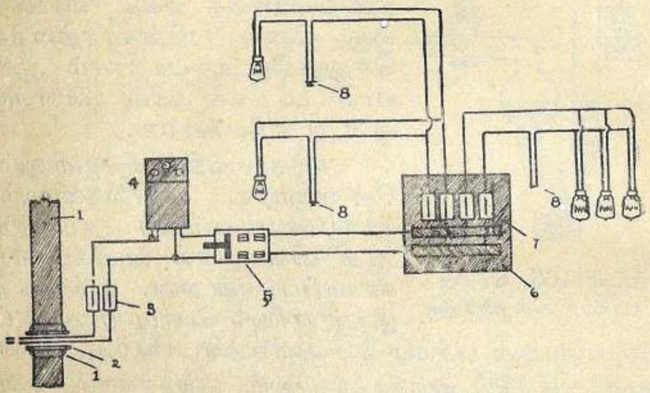


படம் 166. சாதாரண பாதரச ஆவி விளக்கு

இவ்வகை விளக்குகளிலிருந்து ஊதாமேற்கதிர்கள் வெளிவருவதால், தேகநலத்திற்கும் இவைகள் சிறந்தவை.

வீடுகளில் மின்சார அமைப்பு: மின்சார உற்பத்தி நிலையத்திலிருந்து, ஸ்தம்பங்களின்மீது அமைக்கப்பட்ட கம்பிகள், நகரத்தின்

பல பாகங்களுக்கு மின்சார சக்தியை எடுத்துச் செல்லுகின்றன. ஒரு வீட்டிலுள்ள மின்சார அமைப்பைப் படம் 167-ல் காணலாம். மின் கம்பிகள், முக்கிய உருகுக் கம்பிகள் (Main Fuses), மீட்டர், முக்கிய ஸ்விச்சு (Main Switch) இவற்றின் வழியாக மின்பகுப்புப் பல



படம் 167. வீடுகளில் மின்சார அமைப்பு

1. சுவர் 2. மின்சார கம்பிகளைச் சுற்றிய குழாய்
3. முக்கிய உருகு கம்பிகள் 4. மீட்டர்.
5. முக்கிய ஸ்விச்சு 6. மின்பகுப்புப் பலகை
7. உருகு கம்பிகள் 8. பல்பின் ஸ்விச்சு

கையை (Distribution board) மின்சாரம் அடைகிறது. இங்கிருந்து வீட்டிலுள்ள பல அறைகளுக்குத் தனித் தனிக் கம்பிகளின் மூலம் மின்சாரம் செல்லுகிறது. கம்பிகள் பக்க அடுக்கு இணைப்பில் வைக்கப்பட்டுள்ளன. ஆகையினால் ஒரு அறையில் மின்சாரம் நின்றுவிட்டாலும், இதர அறைகளில் மின்சாரம் செல்வது தடைபடுவதில்லை.

மின்சார சக்தியின் செலவைக் கணக்கிடுதல்: ஒவ்வொரு மாதத்திலும் நாம் எவ்வளவு மின்சார சக்தியைச் செலவழிக்கிறோம் என்பதை மீட்ட

ரின் அளவீடுகளிலிருந்து தெரிந்துகொள்ளலாம். மின்சாரச் செலவைக் கணக்கிடும் முறையைக் கீழ்க் கண்ட உதாரணம் விளக்கும்.

உதாரணம்: ஒரு வீட்டில் 40 வாட்டு சக்தியுள்ள 12 மின்சார விளக்குகள் உள்ளன. ஒவ்வொரு விளக்கும் தினம் சராசரி 3 மணி நேரம் எரிந்தால், 30 தினங்கள் கொண்ட ஒரு மாதத்தில் செலவாகும் மின்சார சக்திக்கு, ஒரு கிலோவாட்டு மணிக்கு 4 அணா வீதம், செலுத்தவேண்டிய கட்டணத்தைக் கணக்கிடு.

ஒருநாளில் செலவாகும் சக்தி $= \frac{12 \times 40 \times 3}{1000}$ கி.வாட்.

ஒரு மாதத்தில் ,, $= \frac{12 \times 40 \times 3 \times 30}{1000}$,,

$= 43{\cdot}2$ கிலோ வாட்டு.

∴ செலுத்தவேண்டிய கட்டணம் $= 43 \times 4$ அணா

= ரூ. 10-12-0

கேள்விகள்

1. மின்சார விளக்குகள் உபயோகிக்கப்படுவதற்கு முன் எவ்வித விளக்குகள் உபயோகத்தில் இருந்துவந்தன?
2. எடிஸன் கண்டுபிடித்த மின்சார விளக்கில் எவ்வித இழை உபயோகிக்கப்பட்டது?
3. கார்பன் இழையை பல்பில் உபயோகித்ததில் என்ன குறைகள் ஏற்பட்டன?
4. டங்ஸ்டன் இழை பல்புகள் கார்பன் இழை பல்புகளை விட மேலானதாகக் கருதப்படுவது ஏன்?
5. வெற்றிட பல்பைவிட வாயு நிரப்பிய பல்புகள் எவ்விதத்தில் சிறந்தவை?
6. வாயு பல்புகளில் சாதாரணமாக எந்த வாயுக்களை உபயோகிக்கின்றனர்?

7. மின்சார பல்பின் அமைப்பை விளக்க ஒரு படம் வரை.
8. கீழ்க்கூறியவைகளைப் பற்றிச் சிறு குறிப்புகள் எழுது, (a) மின்சார வில் விளக்கு.
   (b) பாதரச ஆவி விளக்கு.
9. ஒரு வீட்டில் மாதாமாதம் செலவாகும் மின்சாரத்தை எந்த அலகில் அளக்கின்றனர்?
10. ஒரு வீட்டில் 25 வாட்டு சக்தியுள்ள 6 விளக்குகளும், 40 வாட்டு சக்தியுள்ள 4 விளக்குகளும் உள்ளன. ஒவ்வொரு விளக்கும் தினம் சராசரி 2 மணி நேரம் எரிந்தால், 30 தினங்கள் கொண்ட ஒரு மாதத்தில் செலவாகும் மின்சார சக்திக்கு, யூனிட்டுக்கு 4 அணா வீதம் செலுத்தவேண்டிய கட்டணத்தைக் கணக்கிடு.

அத்தியாயம் 27

டெலிபோன்

[மின் தூண்டுதல் - தூண்டு சுருள் - டெலிபோன் பேசு குழாய், செவிக்குழாய் - கார்பன் மைக்ரோவோன்.]

பாரடே (Faraday) என்ற ஆங்கில விஞ்ஞானி மின் தூண்டுதலைப் பற்றிப் பல ஆராய்ச்சிகள் செய்தார். இவ்வாராய்ச்சிகளின் பயனாக, மின்சார உற்பத்திக் கருவியான டைனமோ (Dynamo) கண்டு பிடிக்கப்பட்டது.

சோதனை 81: ஒரு வரிச்சுற்றின் (Solenoid) முனைகளை ஒரு உணர் - கால்வனா மீட்டருடன் (Sensitive galvanometer) இணை. ஒரு சட்டக்காந்தத்தின் (Bar magnet) வட துருவத்தைத் திடீரென்று கம்பிச் சுருளின் மத்தியில் செருகு. அப்பொழுது கால்வனாமீட்டரிலுள்ள காட்டி அசை

வதைக் கவனி. காட்டி அசைந்து விட்டுப் பழைய இடத்திற்குத் திரும்புகிறது. அடுத்தபடியாக, சட்டக் காந்தத்தை வரிச்சுற்றிலிருந்து திடீரென்று வெளியே எடுத்தால், மீண்டும் கால்வனு மீட்டரின் காட்டி அசைவதைக் காணலாம். ஆனல் அசையும் திசை முன்திசைக்கு எதிராகும். அசைந்த பிறகு காட்டி தன் பழைய இடத்திற்குத் திரும்பிச் செல்லுகிறது. எனவே, இச்சோதனையில் ஏற்பட்ட மின் ஓட்டங்கள் மிகச்சிறிது நேரம் தான் செல்கின்றன. மின்னேட்டத்தின் சக்தியும் மிகக்குறைவு. இவ்வித மின்னேட்டத்திற்கு தூண்டிய மின் ஓட்டம் (Induced currents) என்று பாரடே (Faraday) பெயர் அளித்தார்.

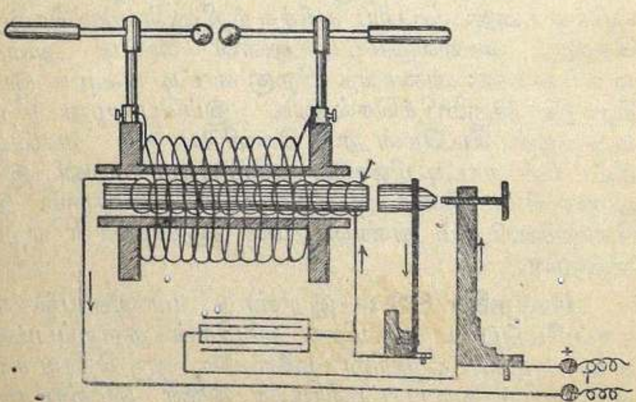
சோதனை 82:—இரண்டு வரிச் சுற்றுகளை ஒன்றினுள் மற்றது செருகக் கூடியதாக எடுத்துக் கொள். பெரிய வரிச்சுற்றின் முனைகளை ஒரு உணர் - கால்வனு மீட்டருடன் இணை. சிறிய வரிச் சுற்றின் முனைகளை ஒரு பாட்டரியுடன் இணை. சிறிய வரிச்சுற்றைப் பெரிய வரிச்சுற்றினுள் திடீரென்று செருகு. கால்வனுமீட்டரிலுள்ள காட்டி அசைவதைக் கவனி. அசைந்த பிறகு காட்டி பழைய இடத்திற்குத் திரும்பிச்செல்லும். இப்பொழுது சிறிய சுற்றைத் திடீரென்று வெளியே எடு. கால்வனு மீட்டரின் காட்டி மீண்டும் அசைவதைக்கவனி. இந்த அசைவின் திசை முன்திசைக்கு எதிராகும். இச் சோதனையிலும் தூண்டிய மின்னேட்டங்கள் ஏற்படுகின்றன.

சோதனை 83 :—இரண்டு மரவளையங்களில் காப்பிடப்பட்ட தாமிரக் கம்பிகள் சுற்றப்பட்டுள்ளன. முதல் சுருளின் முனைகளை ஒரு தொடு சாவியின் மூலம் ஒரு பாட்டரியுடன் இணை. இரண்டாவது சுருளின் முனைகளை ஒரு உணர் கால்வனு மீட்டருடன் இணை. முதல் சுருள் வைத்திருக்கும் சுற்று பிரதமச்

சுற்றாகும் (Primary Circuit). கால்வனாமீட்டர் உள்ள சுற்று துணைச் சுற்றாகும் (Secondary Circuit). பிரதமச் சுற்றில் உள்ள சாவியை அழுத்தி, அதில் மின்சாரத்தைச் செலுத்து. துணைச்சுற்றிலுள்ள கால்வனா மீட்டரின் காட்டி சிறிது அசைந்து, பிறகு பழைய இடத்திற்குச் செல்வதைக் கவனி. சாவியை விட்டுவிடு. இப்பொழுது பிரதமச் சுற்றில் மின்னோட்டம் நின்றுவிடுகிறது. துணைச் சுற்றில் கால்வனாமீட்டரின் காட்டி மீண்டும் அசைவதையும், பிறகு பழைய இடத்திற்குச் செல்வதையும் கவனி. இச்சோதனையிலிருந்து பிரதம மின் சுற்றில் மின்னோட்டம் ஏற்பட்டாலும், அல்லது நிறுத்தப்பட்டாலும், துணைச்சுற்றில் தூண்டிய மின் ஓட்டங்கள் ஏற்படுகின்றன என்பதைத் தெரிந்துகொள்ளலாம்.

தூண்டு சுருள்

ஒரு பாட்டரியிலிருந்து கிடைக்கப்பெறும் மின்சாரத்தைக் கொண்டு அதிக சக்தியுள்ள மின் அழுத்



படம் 168. தூண்டு சுருள்

தத்தைப் பெறுவதற்குப் பல ஆராய்ச்சிகள் செய்யப்

பட்டன. 1851 ஆம் ஆண்டில் ரம்கார்ப் (Ruhmkorff) என்ற ஜெர்மன் விஞ்ஞானி அதிக நீளமுள்ள மின் பொறிகளைத் தயாரிப்பதற்கு ஒரு கருவியைக் கண்டுபிடித்தார். அந்தக் கருவிதான் தூண்டு சுருள் (Induction Coil) எனப்படும். ஒரு பிரதமக் கம்பிச் சுருள் மூலமாகச் செல்லும் மின்சாரத்தைத் திடீரென்று நிறுத்தினால், அதைச் சூழ்ந்துள்ள துணைக் கம்பிச் சுருளில் அதிக மின் அழுத்தமுள்ள மின் சாரம் உற்பத்தியாகிறது. இதுதான் தூண்டு சுருளின் தத்துவம்.

மின் தூண்டுதலைப் பற்றி பாரடே செய்த சோதனைகளின் முடிவை இக்கருவி அமைப்பதில் உபயோகித்திருக்கின்றனர்.

மேற்கூறிய கருவியின் தோற்றத்தைப் படம் 168-ல் காணலாம். ஒரு பாட்டரியிலிருந்து வரும் மின் ஓட்டம் பிளாட்டினம் முனையுள்ள ஒரு திருகின் வழியாகச் சென்று, பிரதமக் கம்பிச்சுருளை (Primary coil) அடைகிறது. இது பட்டு நூலால் காப்பிடப் பட்ட, சிறிது கனமான தாமிரக் கம்பியால் செய்யப் பட்டது. சாதாரணமாக இச்சுருளில் சுமார் 500 சுற்றுகள் இருக்கும். இச்சுருளின் மத்தியில் அநேக மெல்லிய தேனிரும்புக் கம்பிகளாலான கற்றை ஒன்று வைக்கப்பட்டிருக்கிறது. பிரதமச் சுருளின் மீது பட்டுநூலால் காப்பிடப்பட்ட மெல்லிய தாமிரக் கம்பிச் சுருள் இருக்கிறது. இதற்குத் துணைச்சுருள் (Secondary coil) என்று பெயர். இச் சுருளில் அநேக ஆயிரம் சுற்றுகள் உள்ளன. பிரதமச் சுருளுடன் இணைக்கப்பட்ட ஒரு செங்குத்தான வில்லின் மேல்பாகத்தில் இடது பக்கம் ஓர் இரும்புத் துண்டு சுருளை நோக்கிப் பொருந்தப்பட்டுள்ளது. வலதுபக்கம்பிளாட்டினம் துண்டு ஒன்று பற்றுவைக் கப்பட்டிருக்கிறது. இத்துண்டு பிளாட்டினம் முனைக்கு எதிராகவும், அருகிலும் உள்ளது. இவ்விரண்டையும் திருகைக்கொண்டு தொடச் செய்ய

லாம். இவ்வாறு செய்தால் பிரதமச்சுருளில் மின் சாரம் சென்று, அதன் மத்தியிலுள்ள இரும்பைக் காந்தமாக்குகிறது. இப்பொழுது எதிரில் வில் லுடன் பொருந்தப்பட்ட இரும்புத்துண்டு ஆகர் ஷிக்கப்படுகிறது. உடனே மின் சுற்று பிரிக்கப் படுகிறது. இதனால் துணைச்சுருளில் அதிக மின் அழுத்தமுள்ள மின்சாரம் ஏற்படுகிறது. மின்சுற்று பிரிந்ததும், வில்லானது பழைய இடத்திற்குச் சென்று, மீண்டும் சுற்று முடிக்கப்படுகிறது. முன் போலவே காந்தம் வில்லை ஆகர்ஷிக்கிறது. இவ் வாறு மின்சுற்றில் முடித்தலும், பிரித்தலும் மாறி மாறி ஏற்படுவதால், துணைச்சுருளின் முடிவிடங்களின் (Terminals) மத்தியில் **மின் பொறிகள்** (Electric sparks) உண்டாகின்றன. வில்லின் அசைவு துரிதமாக இருந்தால், மின்பொறிகளின் நீளமும் அதிகமாகும்.

இக் கருவியில் வைக்கப்பட்டுள்ள **மின் தங்கி** யின் (Condenser) உதவியால் மின்பொறிகள் இடை விடாமல் ஏற்படுகின்றன. துணைச்சுருளில் ஏற்படும் மின் அழுத்தம், மூன்று நிபந்தனைகளைப் பொருத் திருக்கிறது: (1) பிரதமச் சுற்றிலுள்ள பாட்டரியின் மின் இயக்கு விசை (2) துணைச்சுருளிலுள்ள சுற்று களின் எண்ணிக்கைக்கும், பிரதமச் சுருளிலுள்ள சுற்றுகளின் எண்ணிக்கைக்கும் உள்ள விகிதம் (3) முடித்தல், பிரித்தல் இவை ஏற்படும் வேகம்.

சாதாரணத்தூண்டுசுருளை இயங்கச்செய்வதற்கு சுமார் 6—10 வோல்ட்டு மின் அழுத்தமுள்ள பாட்டரி தேவை. பிரதமச் சுருளில் 500 கம்பிச் சுற்றுக ளும், துணைச் சுருளில் 10,000 கம்பிச் சுற்றுகளும் இருந்தால், 6 வோல்ட்டு பாட்டரியை உபயோகித்து,

$$\frac{6 \times 10{,}000}{500} = 120$$

வோல்ட்டு சக்தியுள்ள மின் அழுத்தம் துணைச்சுருளில் ஏற்படும். பரிசோதனைச் சாலை யில் யூடியாமீட்டரைக் கொண்டு சோதனைகள் செய்வ

தற்கு தூண்டு சுருளை உபயோகிக்கிறோம். அழுத்தம் மிகக் குறைவாக உள்ள வாயுக் குழாய்களின் (Discharge tubes) மூலம் மின் பொறிகளைச் செலுத்தவும் தூண்டு சுருள் பயன்படுகிறது.

டெலிபோன்

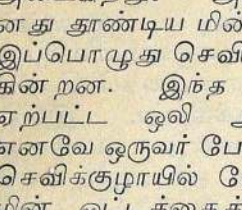
பத்தொன்பதாம் நூற்றாண்டின் இறுதியில் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட விஞ்ஞானக் கருவிகளில் டெலிபோன் கருவி ஓர் முக்கிய ஸ்தானத்தைப் பெற்று இருக்கிறது. இக்கருவியானது வாழ்க்கையில் ஓர் அற்புதமான மாறுதலை உண்டு பண்ணி இருக்கிறது எனக் கூறினல் அது மிகையாகாது. இக்கருவியின் உதவியினல் ஒரே நகரத்தில் வசிக்கும் இரண்டு நண்பர்கள், நேருக்கு நேர் இருப்பது போலப் பேசலாம். சென்னையிலுள்ள ஒருவர் டில்லியிலுள்ள ஓர் உறவினருடன் சம்பாஷணை நடத்தலாம்.

படம் 169. அலெக்ஸாண்டர் கிரஹெம் பெல்

1876 ஆம் ஆண்டில் பெல் (Bell) என்பவர் இக்கருவியைக் கண்டுபிடித்தார். இக்கருவியில் பேசு குழாய் (Transmitter) என்ற ஒரு பாகமும், செவிக் குழாய் (Receiver) என்ற ஒரு பாகமும் உள்ளன. பெல் டெலிபோனில் பேசு குழாயும், செவிக்குழாயும் ஒரேவிதமாக அமைக்கப்பட்டிருந்தன. ஒவ்வொரு குழாயிலும் ஒரு லாட வடிவமுள்ள காந்தமும், அதன் துருவங்களைச் சுற்றி கம்பிச்சுருள்களும் உள்ளன. காந்தத்தின் எதிரில் மெல்லிய எஃகுத் தகடு ஒன்று வைக்கப்பட்டுள்ளது. பேசுகுழாயில் ஒருவர் பேசி

ஞல், ஒலி அலைகள் தகடின் மீது மோதி, அதில் அதிர்வை (Vibrations) ஏற்படுத்துகின்றன. இதனுல் காந்தத் துருவங்களைச் சுற்றியுள்ள கம்பிச்சுருள்களில் தூண்டிய மின் ஓட்டம் ஏற்படுகிறது. இந்த மின் ஓட்டம் கம்பிகளின் வழியாகச் செவிக்குழாயை அடைகிறது. அக்குழாயிலுள்ள எஃகுத் தகடானது தூண்டிய மின் ஓட்டத்தினுல் அதிர்வடைகிறது. இப்பொழுது செவிக்குழாயில் ஒலி அலைகள் ஏற்படுகின்றன. இந்த ஒலி அலைகளும், பேசுகுழாயில் ஏற்பட்ட ஒலி அலைகளும் ஒரேவிதமானவை. எனவே ஒருவர் பேசுகுழாயில் பேசும் வார்த்தைகள் செவிக்குழாயில் கேட்கும். மேற்கூறிய கருவியில் மின் ஓட்டத்தைத் தரக்கூடிய பாட்டரி எதுவும் இல்லை.

தற்காலத்தில் உபயோகிக்கப்படும் டெலிபோனில் பேசு குழாயும், செவிக் குழாயும் வெவ்வேறு வித அமைப்புள்ளன. பேசு குழாயில் மைக்ரோவோன் என்ற கருவியின் தத்துவத்தை உபயோகிக்கின்றனர். இதைக் கீழ்க்கண்ட சோதனை விளக்கும்.



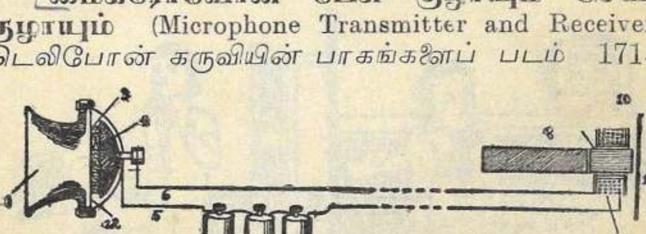
படம் 170. மைக்ரோவோனின் தத்துவம்
1. 2, 3. கார்பன் தண்டுகள்
4. பாட்டரி
5. செவிக்குழாய்

சோதனை 84 :- இரண்டு கார்பன் தண்டுகளை ஒரு சட்டத்தில் படம் 170-ல் காட்டியபடி கிடையாகப் பொருந்தவை. அவற்றின் வலது முனைகளைத் திருகாணிகளுடன் இணை. இரண்டு தண்டுகளுக்கிடையே சிறிது அசையும்படி, கூரான முனைகளுள்ள மற்ருெரு கார்பன் தண்டைப் படத்தில்காட்டியபடி செங்குத்தாகப் பொருந்தவை. திருகாணிகளை ஒரு பாட்டரியின் மூலம் ஓர் செவிக் குழாயுடன் இணை. பீடத்தின் மீது ஒரு கை கடிகாரத்தை வை.

செவிக் குழாயைக் காதில் வைத்துக்கொள். என்ன ஒலியைக் கேட்கிறாய்?

பாட்டரியிலிருந்து கார்பன் தண்டுகளின் வழியாக மின் ஓட்டம் செவிக்குழாய்க்குச் செல்லுகிறது. கெடிகாரத்தை பீடத்தில் வைத்தால், அதன் ஒலியானது நடுக் கார்பன் தண்டில் அதிர்வு ஏற்படுத்தி, மின் ஓட்டத்தின் சக்தியில் வித்தியாசங்களை ஏற்படுத்துகிறது. இவ்விதச் சக்தி வித்தியாசமுள்ள மின் ஓட்டம் செவிக் குழாயில் செல்லும் பொழுது, அதில் வைக்கப்பட்டுள்ள கம்பிச் சுருள்களின் வழியாகச்சென்று காந்தத்தின் சக்தியை அதிகரிக்கவோ, குறைககவோ செய்கிறது. இதன் விளைவாக ஏஃகுத் தகடு அதிகமாகவோ, குறைவாகவோ ஆகர்ஷிக்கப்படுகிறது. எனவே செவிக் குழாயில் ஒலி அலைகள் உண்டாகின்றன. கெடிகாரத்திலிருந்து வரும் ஒலி அலைகள் இக்கருவியால் பன் மடங்கு அதிக சக்தியுடன் காதில் விழுகின்றன.

மைக்ரோவோன் பேசு குழாயும் செவிக் குழாயும் (Microphone Transmitter and Receiver): டெலிபோன் கருவியின் பாகங்களைப் படம் 171-ல்



படம் 171. பேசு குழாயும், செவிக் குழாயும்—குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றம்

1. பேசும் பாகம்
2. கார்பன் தகடு
3. கார்பன் ரவை
4. கார்பன் கட்டை
5, 6. மின்னோட்டக் கம்பிகள்
7. பாட்டரி
8. நிலைத்த காந்தம்
9. தேனிரும்புத் துண்டு
10. கம்பிச்சுருள்
11. எஃகுத் தகடு

காணலாம். பேசு குழாயில் ஒருவன் பேசும்பொழுது ஒலி அலைகள் கார்பன் தகடைத் தாக்கி, அதில் அதிர்வை ஏற்படுத்துகின்றன. தகடு அதிர்வினால் முன்னும் பின்னும் அசையும். இதனால் தகடின் பின் பாகத்திலுள்ள கார்பன் ரவைகளின் மீது அழுத்தம் அதிகமாகிறது, அல்லது குறைகிறது. அழுத்தம் அதிகமானால் கார்பன் ரவைகளின் மின்தடை குறைகிறது. அழுத்தம் குறைந்தால் மின் தடை அதிகமாகிறது. இதன் காரணமாக மின் ஓட்டக் கம்பிகளின் வழியாகச் செல்லும் மின்சார சக்தி வித்தியாசப் படுகிறது.

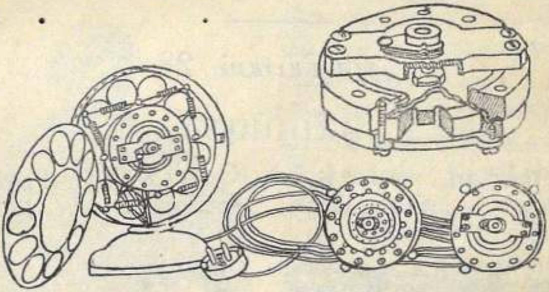
செவிக் குழாயில் நிலைக் காந்தத்தின் முன்பாக கம்பிச் சுருள் சுற்றப்பட்ட ஒரு தேனிரும்புத் துண்டும், அதற்கு எதிரில் ஓர் எஃகுத் தகடும் வைக்கப்பட்டுள்ளன. சக்தி வித்தியாசப்பட்ட மின் ஓட்டம் கம்பிச் சுருளின் வழியாகச்சென்று, தேன் இரும்பைக் காந்தமாக்குகிறது. மின் ஓட்டத்தின் சக்தியில் ஏற்படும் வித்தியாசங்களுக்கு ஏற்றவாறு

படம் 172. டெலிபோன் மூலம் ஒருவருக்கொருவர் பேசிக்கொள்ளுதல்

மின் காந்தத்தின் சக்தியும் வித்தியாசப்படும். இதனால் எஃகுத் தகடை ஆகர்ஷிக்கும் சக்தியிலும் வித்தியாசம் ஏற்படுகிறது. ஆகையினால் எஃகுத்தகடில் அதிர்வு ஏற்பட்டு, செவிக் குழாயில் ஒலி அலைகள்

ஏற்படுகின்றன. இந்த ஒலி அலைகள் பேசு குழாயில் ஏற்பட்ட ஒலி அலைகளை ஒத்திருக்கின்றன. எனவே ஒருவர் பேசு குழாயில் பேசும் வார்த்தைகள், செவிக் குழாயில் கேட்கும்.

டெலிபோன் கருவியைப் பல விதங்களில் சீர் திருத்தி, பயனளிக்கச் செய்திருக்கின்றனர். பேசுமிடத்திற்கும், கேட்குமிடத்திற்கும் அதிக தூரம் இருந்தால், மின் ஓட்டத்தின் சக்தி செவிக் குழாயை அடையும்பொழுது, மிகக் குறைவாகிறது. இச்சக்தியைப் பெருக்க **மின் மாற்றிகள்** (Transformers) உபயோகிக்கப்படுகின்றன. தற்கால டெலிபோனில்



படம் 173. தன்னியக்க டெலிபோனின் உள்ளமைப்பு

பேசு குழாயும் செவிக் குழாயும் சேர்ந்தாற்போல் அமைக்கப்பட்டுள்ளன. ஆரம்பத்தில் ஒருவர் வேறு ஒருவருடன் பேச விரும்பினல், எக்ஸ்சேஞ்சைக் கூப்பிட்டு இருவர் டெலிபோன்களையும் இணைக்கச் சொல்ல வேண்டியிருந்தது. இப்பொழுது **தன்னியக்க** (Automatic) டெலிபோன்களைக் கொண்டு எக்ஸ்சேஞ்சின் உதவியன்றி ஒருவர் மற்றொருவருடன் பேசக்கூடும்.

கேள்விகள்

1. தூண்டு சுருள் அமைப்பதில் பாரடேயின் எந்த சோதனை வழிகாட்டியாக இருந்தது?

2. தூண்டு சுருளின் அமைப்பைப்பற்றிச் சுருக்கமாக எழுது.
3. பரிசோதனை சாலையில் தூண்டு சுருள் எவ்வாறு பயன்படுகிறது ?
4. பெல் டெலிபோன் வேலை செய்யும் விதத்தை விளக்கு.
5. மைக்ரோ வோனின் தத்துவம் என்ன ?
6. சாதாரண டெலிபோனில் உள்ள பேசு குழாயின் அமைப்பை விளக்க ஒரு படம் வரை.
7. டெலிபோன் செவிக் குழாயில் மின்சார சக்தி எவ்வாறு ஒலியாக மாற்றப்படுகிறது ?
8. தன்னியக்க டெலிபோனைப்பற்றி சிறு குறிப்பு எழுது.

அத்தியாயம் 28

ஒலிபரப்புதல்

பண்டை காலத்தில் செய்திகள் அனுப்புவதற்கு உபயோகித்த முறைகள் : புராதன

படம் 174. சப்தங்களால் செய்தி தெரிவித்தல்

படம் 175 புகை கிளப்பி சமாசாரங்களைத் தெரிவித்தல்

மனிதர்கள் நெருப்புப் புகையைக் கொண்டும், பறை அடித்தும் ஒரு கிராமத்திலிருந்து அருகிலுள்ள கிரா

மங்களுக்குச் செய்திகள் அனுப்பி வந்தனர். கிரேக்கர்களும், ரோமர்களும் இரவில் நெருப்பை உபயோகித்தும், பகலில் சூரிய ஒளியைப் பிரதிபலிக்கச் செய்தும், ஓரிடத்திலிருந்து இதர இடங்களுக்குச் செய்திகளை அறிவித்தனர். ஒளி பிரதிபலித்தல் முறையில் **மோர்சின் சங்கேத பாஷையை** (Morse code) உபயோகித்து, தற்காலத்திலும் செய்திகள் அனுப்பப்படுகின்றன.

மின்சாரமும் செய்திகள் அனுப்புதலும்: மின்சாரத் துறையில் முன்னேற்றம் ஏற்பட்ட பிறகு இரு முக்கிய செய்தி அறிவிப்புச் சாதனங்கள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டன. **மோர்ஸ்** (Morse) என்ற விஞ்ஞானியால் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட மின்சாரத் தந்தியும், **பெல்** (Bell) என்ற விஞ்ஞானியால் கண்டு பிடிக்கப்பட்ட மின்சார டெலிபோனும் செய்தி அனுப்பும் சாதனங்களாகும். மேற்கூறிய இரு கருவிகளிலும் கம்பிகள் மூலமாகத்தான் செய்திகள் அனுப்பலாம். சில பிரதேசங்களில் கம்பிகள் போடுவது மிகவும் சிரமமான காரியமாகும். எனவே கம்பிகளை உபயோகிக்காமல் செய்தி அனுப்புவதற்கான சாதனங்களைக் கண்டு பிடிப்பதற்கு, பல தேசங்களில், பல விஞ்ஞானிகளால் தீவிரமான ஆராய்ச்சிகள் செய்யப்பட்டன. இங்கிலாந்தில் **கெல்வின்** (Kelvin), **மாக்ஸ்வெல்** (Maxwell), **லாட்ஜ்** (Lodge) என்ற விஞ்ஞானிகள் ஈதரில் (Ether) செல்லக்கூடிய **மின்காந்த அலை**

படம் 176. அமெரிக்க விஞ்ஞானி மோர்ஸ்

களின் (Electro magnetic radiations) தன்மைகளைப் பற்றி ஆராய்ந்தனர்.

1888-ஆம் ஆண்டில் ஹெர்ட்ஸ் (Hertz) என்ற ஜெர்மன் விஞ்ஞானி முதன் முதலாக மின்சார அலைகளை உற்பத்திசெய்து, அலைகளின் நீளத்தையும் அளந்தார். மின்சார அலைகளைக்கொண்டுவேலைசெய்யும் கம்பியில்லாத் தந்தியை (Wireless Telegraphy) முதன் முதலாக 1896 ஆம் ஆண்டில் மார்க்கோனி (Marconi) என்ற இத்தாலிய விஞ்ஞானி நிர்மாணித்தார். பெரிய தூண்டு சுருள் ஒன்றை எடுத்துக் கொண்டு அதன் பிரதமக் கம்பிச் சுருளின் வழியாக பலமான மின் னோட்டத்தைச் செலுத்தினால், துணைச் சுருளின் முடிவிடங்களின் இடையே மின் பொறிகள் செல்வதைக் கவனித்தோம். இப்பொழுது மின் பொறிகள் ஏற்படுமிடத்திலிருந்து மின்சார அலைகள் வெளிக் கிளம்புகின்றன. பிரதம சுருளின் சுற்றில் ஒரு மோர்ஸ் சாவியை அமைத்து, மோர்ஸ் பாஷையில் செய்திகளை அனுப்பக்கூடும். துணைச் சுருளின் முடிவிடங்களில் ஒன்று எரியலுடனும் (Aerial), மற்றொன்று பூமியுடனும் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. மார்க்கோனியின் முதல் ஒலி செலுத்தி (Transmitter) மேற்கூறிய பாகங்களைக் கொண்டதாகும்.

படம் 177. இத்தாலீய விஞ்ஞானி மார்க்கோனி

செய்தி வாங்குமிடத்தில் மின்சார அலைகள் ரிஸீவரின் (Receiver) ஏரியலில் வந்து மோதுகின்றன.

இவ்வலைகளை ஒருமுகப் படுத்த (Rectify) பல்வேறு கருவிகள் உபயோகிக்கப்பட்டன. மார்க்கோனி முதலில் உபயோகித்த கருவி கொஹிரர் (Coherer) எனப்படும். இதில் நிக்கல் அரத்தூள் (Nickel Filings) வைக்கப்பட்டுள்ளது. பிறகு கார்பொரண்டம் (carborundum) ஜிங்கைட்டு (Zincite), கலீனு (Galena) என்ற படிகங்களை உபயோகித்தனர். தற்காலத்தில் பிளெமிங் (Fleming) என்ற விஞ்ஞானியால் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட வால்வு (Valve) என்னும் கருவிதான் மின்சார அலைகளை ஒருமுகப்படுத்த பெரும்பாலும் உபயோகிக்கப்படுகிறது.

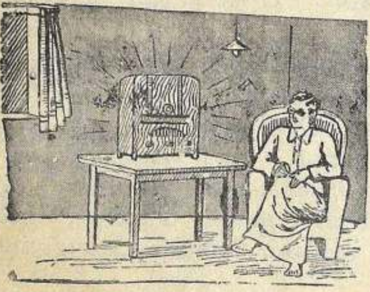
இவ்வாறு உபயோகிக்கப்படும் கருவிக்கு ரெக்டிபையர் (Rectifier) எனப்பெயர். மின் அலைகள் ரெக்டிபையர் வழியாகச் செல்லும் பொழுது, ஒரு திசை ஓட்ட மின்சாரமாக மாற்றப்படுகின்றன. இந்த மின்னேட்டம் டெலிபோன் செவிக்குழாய் அல்லது ஒலிபெருக்கியின் மூலம் சென்று, ஒலி செலுத்தியில் ஏற்பட்ட ஒலியை மீண்டும் உண்டாக்குகிறது.

ஒலி பரப்புதலும் மின்சார அலைகளும்: ரேடியோ நிலையத்திலிருந்து ஏரியல் (aerial) ஸ்தம்பத்தின் வழியாகக் குறிப்பிட்ட நீளங்களில் மின்சார அலைகள் எல்லா திசைகளிலும் செலுத்தப்படுகின்றன. இவ்வித அலைகளுக்கு மின் ஊர்தி அலைகள் (Carrier waves) எனப் பெயர். இவ்வலைகளை உற்பத்தி செய்வதற்கு ஒலி செலுத்தியில் (Transmitter) மிகப் பெரிய வால்வுகள் உபயோகிக்கப்படுகின்றன.

ரேடியோ நிலையத்தில் வெளிச் சப்தங்கள் உள்ளே வராதபடி பிரத்தியேக அறைகள் (Studios) அமைக்கப் பட்டுள்ளன. இவ்வகை அறை ஒன்றில் மைக்கின் (Mike) முன்பாக, ஒருவர் பேசுவதாகக் கொள்வோம். பேசும் பொழுது ஏற்படும் ஒலி அலைகள் மைக்கினுல் மின்சார அலைகளாக மாற்றப்படு

கின்றன. இந்தப் பேச்சு அலைகள் (Voice waves) பெருக்கியாக (Amplifier) வேலை செய்யும் வால்வுகளினால் சக்தி வாய்ந்ததாகச் செய்யப்படுகின்றன. சக்தி பெருக்கமடைந்த பேச்சு அலைகளும், மின்னூர்தி அலைகளும் ஒன்று சேர்க்கப்பட்டு, கிடைக்கப்பெறும் மாறலைகள் (Modulated waves) ஏரியலின் வழியாக வெளியேறுகின்றன.

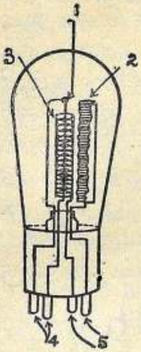
ரேடியோ ரிஸீவர்கள் (Receiving Sets): ரேடியோ நிலையத்திலிருந்து ஒலி பரப்பப்படும் நிகழ்ச்சிகளை நம் வீட்டில் இருந்தபடியே கேட்பதற்கு உதவும் கருவிக்கு ரேடியோ ரிஸீவர் என்று பெயர். இக்கருவியின் முக்கிய பாகங்கள் பின் வருமாறு:—(1) ஏரியல் (2) தூண்டற்பாடு சுருள்கள் (Inductance coils or Tuning coils) (3) மின் தங்கிகள் (Condensers) (4) மின்தடைச் சுருள்கள் (Resistance coils) (5) வால்வுகள் (Rectifiers and Amplifiers) (6) ஒலி பெருக்கி (Loud speaker).

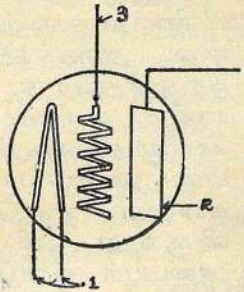

படம் 178. ரேடியோ

ஒவ்வொரு ரேடியோ நிலையத்திற்கும் குறிப்பிட்ட அலை நீளங்கள் (Wave Lengths) அளிக்கப்பட்டுள்ளன. எந்த நிலையத்தின் நிகழ்ச்சியை நாம் கேட்க விரும்புகிறோமோ, அதன் அலை நீளத்தில் ரிஸீவரிலுள்ள முள்ளை வைக்கவேண்டும். இப்பொழுது ஏரியல் வழியாக ரேடியோ அலைகள் ரிஸீவரை அடைந்து, அதிலுள்ள கருவிகளின் உதவியால் சுர - ஐக்கியல் (Tuning) செய்யப்படுகின்றன. பிறகு இந்த அலைகள் வால்வுகளால் சக்தி பெருக்கப்பட்டு,

ஒலி பெருக்கியை அடைகின்றன. இங்கு மின் அலைகள் ஒலி அலைகளாக மாற்றப்படுகின்றன.

வால்வின் அமைப்பு: சாதாரண வால்வில் மூன்று முக்கிய பாகங்கள் உள்ளன. நடுவில் டங்ஸ்டன் கம்பி இழை (Filament) உள்ளது. அதைச் சுற்றி ஒரு **வலைக் கம்பி** (Grid) வைக்கப்பட்டிருக்கிறது. இவற்றின் வெளியே ஒரு டங்ஸ்டன் தகடு இருக்கிறது. இம்மூன்றும் வெற்றிடக் கண்ணாடி பல்பில் அமைக்கப்பட்டுள்ளன. வால்வின் அடியில் காணப்படும் முடிவிடங்களை, ரிஸீவரில் அதற்காக ஏற்பட்டுள்ள உறையில் செருகலாம். இடது படம் வால்வின் தோற்றத்தைக் காண்பிக்கிறது. ரேடியோ மின சுற்றை விளக்கும் படங்களில் வால்வுகளை வலது படத்தில் காட்டியபடி குறிக்கின்றனர்.

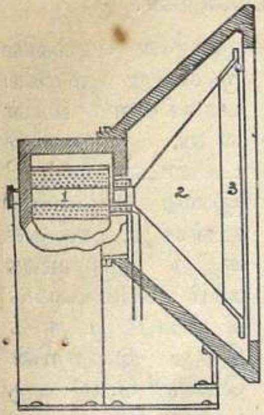




படம் 179. வால்வின் அமைப்பு
1. இழை 2. தகடு
3. வலைக்கம்பி 4, 5. முடிவிடங்கள்

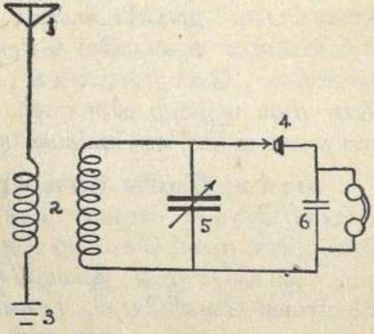
வால்வு வேலை செய்யும் விதம்: மின்சார மெயினிலிருந்து வரும் மின்னோட்டம் டங்ஸ்டன் இழையின் மூலம் சென்று அதைச் சுவலிக்கச்செய்யும். இப்பொழுது இழையிலிருந்து மின் அணுக்கள் (Electrons) வெளியேறி, டங்ஸ்டன் தகடை அடைகிறது. வால்வில் தகடானது நேர் துருவமாகும். **வலைக்கம்பி** (Grid) ஏரியலுடன் இணைக்கப்பட்டிருக்கிறது. வலைக் கம்பியின் வழியாக வரும் அலைகள் இருதிசை ஓட்ட மின் அலைகளாகும். ஆகையினல்

வலைக்கம்பி மாறி மாறி நேர்துருவமாகவும், எதிர் துருவமாகவும் வேலை செய்கிறது. வலைக்கம்பி நேர் துருவமாக இருக்கும்பொழுது இழையிலிருந்து தகடிற்குச் செல்லும் மின் அணுக்களை விரைவில் செலுத்துகிறது. வலைக் கம்பி எதிர் துருவமாக இருக்கும் பொழுது தகடிற்குச் செல்லும் மின் அணுக்கள் தடுக்கப்படுகின்றன. எனவே தகட்டிலிருந்து ஒலி பெருக்கியை அடையும் மின்னோட்டம் ஒரு முகமாக்கப்படுகிறது.



படம் 180. ஒலிபெருக்கி
1. மின் காந்தம்
2. மெல்லியதோல்
3. வெளியுறை

ஒலி பெருக்கி: ரேடியோ ரிஸீவரில் வால்வின் வழியாகச் செல்லும் மின் அலைகள் ஒலி பெருக்கியிலுள்ள மின் காந்தத்தை அடைகின்றன. இங்குள்ள கம்பிச்சுருளும் மெல்லிய தோலும் (Diaphragn) இயக்கப்பட்டு, மின் அலைகள் ஒலி அலைகளாக மாற்றப்படுகின்றன. ஒலி பெருக்கியின் கூம்பான உருவம் குறிப்பிட்ட திசையில் ஒலியைச் செலுத்துவதற்கு உபயோகப்படுகிறது.



படம் 181. படிக ரிஸீவர் செட்டு
1. ஏரியல் 2. தூண்டற்பாடு சுருள்கள் 3. பூமி 4. படிகம் 5, 6. மின் தங்கிகள்

படிக ரிஸீவர் செட்டு (Crystal Receiver Set): மலி

வான விலையில் நாம் வீட்டில் தயாரிக்கக் கூடிய ஒரு ரிஸீவர் செட்டின் பாகங்கள் படத்தில் காட்டப் பட்டுள்ளன. இதில் கலீனு அல்லது கார்போ ரண்டம் படிகத்தை உபயோகிக்கலாம். இப் படி கங்கள் வால்வுகளைப்போல வேலை செய்கின்றன. இவ்வித செட்டை உபயோகித்து சுமார் 25 மைல் தூரத்திற்குள்ளாக இருக்கும் ரேடியோ நிலையங் களின் நிகழ்ச்சிகளைத்தான் கேட்கலாம். படம்181-ல் ஒலி பெருக்கியை உபயோகிப்பதற்கு பதிலாக தலை மீது அணியும் டெலிபோன் (Head Phones) உபயோ கிக்கப்படுவதைக் காணலாம்.

ரேடியோவின் உபயோகங்கள்: உலக நிகழ்ச்சிகளை ரேடியோ நிலையங்களிலிருந்து தினம் 3, 4 தடவைகள் ஒலி பரப்புகின்றனர். இதனுல் மேற் கூறிய நிகழ்ச்சிகளை அவ்வப்பொழுதே தெரிந்து கொள்ளலாம். வெவ்வேறு நாடுகளின் ரேடியோ பிரசங்கங்களின் மூலம் அரசாங்கத் தலை வர்கள் சில முக்கிய விஷயங்களை மக்களுக்குத் தெரி விக்கின்றனர். விவசாயிகளுக்கும் விமான ஓட்டி களுக்கும் வானிலைச் செய்திகளை முன் கூட்டித் தெரிந்து கொள்வது அவசியமாகும். உதாரணமாக, கடும் புயல் ஏற்படக்கூடும் என்று முன்னதாகவே தெரிந்தால், விமான ஓட்டிகள் தங்கள் விமானங்களை அருகிலுள்ள விமான நிலையங்களில் இறக்கு கின்றனர். ஒவ்வொரு நாட்டிலும் பிரசித்திபெற்ற சங்கீத வித்வான்கள் ரேடியோ நிலையங்களிலிருந்து இசைவிருந்துகளை அளிக்கின்றனர். இவ்வித சங் கீதத்தை செலவின்றி நந்தவனங்களில் சர்க்காரால் அமைக்கப்பட்ட ரேடியோ ரிஸீவரின் உதவியால் பொது மக்கள் கேட்டு அனுபவிக்கக்கூடும். பொருள் களின் விலைவாசிகளையும், பங்கு மார்க்கெட்டு நில வரங்களையும் ரேடியோவின் மூலம் ஒவ்வொரு தினத்

திலும் குறிப்பிட்ட நேரத்தில் ஒலி பரப்புகின்றனர். கல்லூரிகளிலும், பள்ளிக் கூடங்களிலும் படிக்கும் மாணவர், மாணவிகளுக்குக் கல்வி ஒலி பரப்பு பல விதங்களில் பயனளிக்கின்றன. இவற்றைத் தவிர மாதர்களுக்கும், சிறுவர்களுக்கும் பிரத்தியேக நிகழ்ச்சிகள் நடைபெறுகின்றன. யுத்தகாலத்தில் எதிரிகளால் கைப்பற்றப்பட்ட நாடுகளில் உறவினர்களோ, நண்பர்களோ அகப்பட்டுக் கொண்டால், அவர்களுடைய க்ஷேம சமாசாரங்களை ரேடியோவின் மூலம் தெரிந்து கொள்ளலாம்.

இந்தியாவில் ரேடியோ நிலையங்கள்: 1924-ஆம் ஆண்டில் மே மாதம் 16-ந் தேதியன்று இந்தியாவில் முதன் முதலாக ரேடியோ நிகழ்ச்சிகள் ஒலிபரப்பப்பட்டன. இப்பொழுது சுமார் 25 முக்கிய நகரங்களில் ரேடியோ நிலையங்கள் ஸ்தாபிக்கப்பட்டுள்ளன. சில நிலையங்களிலிருந்து பல அலை நீளங்களில் ஒலி பரப்பப்படுகிறது. சில நிலையங்களுக்கு ஒரே அலை நீளம் தான் உண்டு. உதாரணமாக, சென்னை நிலையம் நான்கு அலை நீளங்களை உபயோகிக்கிறது—211·3 மீ, 31·28 மீ, 41·32 மீ, 60.98 மீ. திருச்சி நிலையத்தின் அலை நீளம் 395·8 மீ. விஜயவாடா நிலையத்தின் அலை நீளம் 357·1 மீ.

கேள்விகள்

1. டெலிபோனுக்கும் ரேடியோவிற்கும் உள்ள தொடர்பை விளக்கு.
2. ஒலி செலுத்தியில் வால்வுகள் எவ்வாறு பயன் படுகின்றன ?

3. ரிஸீவரில் மின்சார அலைகளை ஒருமுகப்படுத்துவதற்கு என்ன என்ன கருவிகளை உபயோகித்தனர் ?
4. வால்வின் அமைப்பை விளக்க ஓர் படம் வரை,
5. ரிஸீவரில் வால்வு எவ்வாறு வேலை செய்கிறது ?
6. ஒலி பெருக்கியின் வேலை என்ன ?
7. ரிஸீவரின் பாகங்கள் யாவை ?
8. ரேடியோவின் உபயோகங்களைப்பற்றி ஒரு சிறு குறிப்பு எழுது.

அத்தியாயம் 29

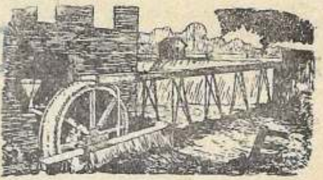
சக்தி

சக்தி என்பது வேலை செய்யும் திறனைக் குறிக்கும். சக்திகளை இருவகைகளாகப் பிரிக்கலாம்—சலன சக்தி, நிலைச்சக்தி.

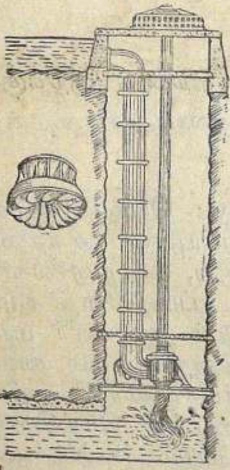
சலனசக்தி (Kinetic Energy): பொருள்களின் சலனங்கள் அவற்றில் அடங்கியுள்ள சக்தியை நிரூபிக்கின்றன. வீசும் காற்று, காற்றாலைகளை இயங்கச் செய்கின்றது. பாய்க் கப்பல்களைச் சமுத்திரத்தில் செலுத்துகிறது. ஓடும் தண்ணீர் மாவரைக்கும் எந்திரத்தின் சக்கரத்தைச் சுழல வைக்கிறது. டைனமோவின் ஆர்மச்சூரைச் சுழல வைத்து, மின் சாரத்தை உற்பத்தி செய்கிறது. ஒரு துப்பாக்கியிலிருந்து சுடப்படும் குண்டு ஒரு உலோகத் தகடைத் துளைத்துக்கொண்டு செல்லுகிறது. மேற்கூறியவைகளெல்லாம் சலன சக்திக்கு உதாரணங்களாகும்.

நிலைச்சக்தி (Potential Energy) : பளுவான கல் ஒன்றை உயரமான ஒரு இடத்திற்கு எடுத்துச் செல்ல வேண்டுமானால், சக்தியை உபயோகிக்க வேண்டும். இச்சக்தியானது வீணாகவில்லை. அது பொருளின் நிலைச்சக்தியாக மாறுதல் அடைகிறது. உயரத்திலிருந்து கல்லைக் கீழே தள்ளினால், அதன் நிலைச்சக்தி சலன சக்தியாக மாறுகிறது. ஒரு கடிகாரத்திற்கு சாவி கொடுக்கும் பொழுது அதன் வில் நிலைச் சக்தியைப் பெறுகின்றது. கடிகாரம் ஓடும் பொழுது நிலைச் சக்தி சலன சக்தியாக மாறுகின்றது.

படம் 182. காற்றினால் இயக்கப்பட்ட பாய்க் கப்பல்



படம் 183. நீர் உருளை

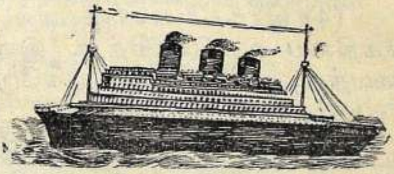


படம் 184. தண்ணீர் டர்பைன்

சக்தியின் ரூபங்கள் : இயற்கைச் சக்திகள் பலவகைப்படும். வீசும்காற்று, ஓடும் தண்ணீர், நெருப்பு, சூரிய ஒளி இவைகள் இயற்கைச் சக்தியின் ரூபங்கள்.

விஞ்ஞானத்தில் கீழ்க் கூறப்பட்டுள்ள சக்தி ரூபங்களைப் பற்றி நாம் கற்றுக்கொள்கிறோம்— எந்திர சக்தி, வெப்பம், ஒளி, ஒலி, மின்சாரம், ரசாயனம். இச்சக்திகளை ஒரு ரூபத்திலிருந்து இதர ரூபங்களுக்கு மாற்றமுடியும். மின்சார சக்தியை மற்றவகைச் சக்திகளாக எளிதில் பயன் படுத்தக் கூடும். ஒருவித சக்தியை மற்றவிதச் சக்திகளாக மாற்றலாமே ஒழிய, சக்தியை அழிக்க முடியாது. இந்த தத்துவம் சக்தியின் அழிவின்மை (Conservation of Energy) எனப்படும்.

சக்தி மாற்றங்கள் : (1) நீராவி எஞ்சினில் வெப்பம் சலன சக்தியாக மாற்றப்படுகிறது. இவ்வித எஞ்சின் ரயில் வண்டிகளை ஓடச்செய்வதற்கும், நீராவிக் கப்பல்களைச் செலுத்துவதற்கும், உபயோகப்படுகிறது. இரண்டு சிக்கி முக்கிக்கற்களை ஒன்றோடொன்று உராய்த்தால், வெப்பம் ஏற்படுகிறது.


படம் 185. நீராவி எஞ்சினால் செலுத்தப்படும் கப்பல்

(2) ரசாயன மாற்றங்கள் ஏற்படுவதற்கு வெப்பம் ஒரு முக்கிய சாதனமாகும். ரசாயனக் கூடுகையும், ரசாயனச் சிதைவும் வெப்பத்தினால் ஏற்படுகின்றன. உதாரணமாக, இரும்புத் தூளையும் கந்தகத்தூளையும் சேர்த்து உஷ்ணப்படுத்தினால், இரும்பு ஸல்பைடு என்ற கூட்டுப் பொருள் உண்டாகிறது. பாதரச ஆக்ஸைடை உஷ்ணப்படுத்தினால் அது சிதைவுற்று, பாதரசமாகவும்,

ஆக்ஸிஜனும் பிரிகிறது. சுட்ட சுண்ணும்பின் மீது குளிர்ந்த தண்ணீரை ஊற்றினல், ரசாயனக் கூடுகை ஏற்பட்டு, ஏராளமான வெப்பம் உண்டாகிறது.

(3) ஒளியைக்கொண்டு ரசாயன மாற்றங்களை ஏற்படுத்தக்கூடும். ஹைடிரஜன், குளோரின் என்ற வாயுக்களின் கலவையின் மீது சூரிய ஒளியைச் செலுத்தினல், அவை இரண்டும் சேர்ந்து, ஹைடிரஜன் குளோரைடு என்ற கூட்டுப் பொருள் உண்டாகிறது. வெள்ளை பாஸ்வரத்தை இருட்டறையில் வைத்தால், அது ஆக்ஸிகரணம் அடைந்து, பச்சை நிறமான சுவாலையை உண்டாக்குகிறது.

(4) கிராமபோனில் வில் மோட்டாரின் சலன சக்தியை உபயோகித்து, இசைத் தட்டைச் சுழல வைத்து, ஒலியைப் பெறுகிறோம்.

(5) டைனமோ என்ற கருவியில் சலன சக்தியை உபயோகித்து, மின்சாரம் உற்பத்தி செய்யப்படுகிறது. மின்சார சக்தியை இதரவகைச் சக்திகளாக மாற்றலாம் என்பதற்குக் கீழ் கூறியவை உதாரணங்களாகும்.

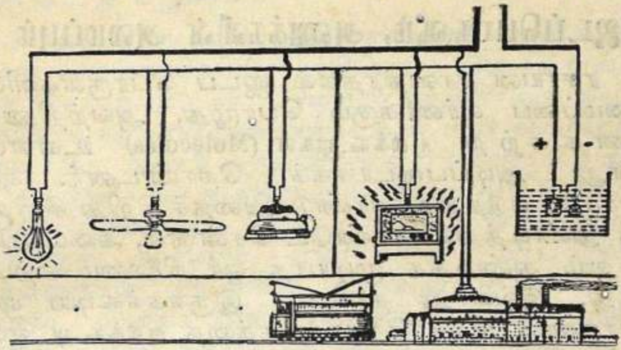
(a) மின்சார விசிறியில் உள்ள மோட்டாரை இயக்க, மின் சாரத்தை உபயோகிக்கிறோம். இங்கு மின்சார சக்தி சலன சக்தியாக மாற்றப்படுகிறது.

(b) மின்சார இஸ்திரிப் பெட்டியிலும் மின் உலையிலும் மின்சார சக்தி வெப்பமாக மாற்றப்படுகிறது.

(c) மின்சார பல்புகளில், மின்சார சக்தி ஒளியாக மாற்றப்படுகிறது.

(d) ரேடியோவில் உள்ள ஒலி பெருக்கியில், மின்சார சக்தி ஒலியாக மாற்றப்படுகிறது.

(e) மின்சார மூலாம் பூசுதல் முறையில், மின்சார சக்தி ரசாயன சக்தியாக மாற்றப்படுகிறது.



படம் 186.

மின்சாரத்தின் சக்தி மாற்றங்கள்

(6) (a) மின் கலங்களில், ரசாயன சக்தி மின்சார சக்தியாக மாற்றப்படுகிறது.

(b) பெல் டெலிபோன் கருவியில், ஒலி மின்சார சக்தியாக மாற்றப்படுகிறது.

(c) போட்டோ எலெக்டிரிக் ஸெல் (Photo Electric Cell) என்ற கருவியில், ஒளியானது மின்சார சக்தியாக மாற்றப்படுகிறது.

கேள்விகள்

1. இயற்கைச் சக்திகள் யாவை? அவற்றை எவ் விதங்களில் பயன்படுத்துகிறோம்?
2. கீழ்க் கண்ட சக்தி மாற்றங்களை விளக்க உதாரணங்கள் கொடு.
   (a) எந்திர சக்தியை மின்சார சக்தியாக மாற்றுதல்.
   (b) வெப்பத்தை எந்திர சக்தியாக மாற்றுதல்.
   (c) ஒளியை ரசாயன சக்தியாக மாற்றுதல்.
   (d) மின்சார சக்தியை ஒலியாக மாற்றுதல்.

அத்தியாயம் 30

ஜடப்பொருளும், அணுக்களின் அமைப்பும்

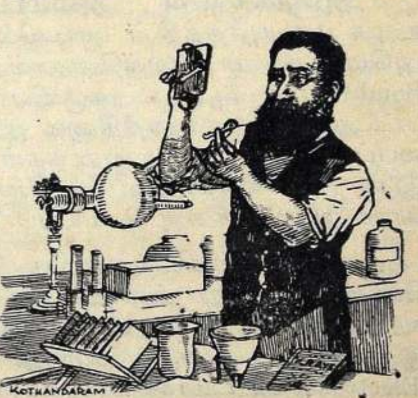
ரசாயன சாஸ்திரத்தில் ஜடப் பொருள்களின் அமைப்பை வர்ணிக்கும் பொழுது, அவற்றினுள் கணக்கற்ற மூலக்கூறுகள் (Molecules) உள்ளன என்று அடிப்படையாகக் கொண்டனர். ஒரு பொருளை எடுத்துக்கொண்டு, அதைச் சிறிது சிறிதாகத் துண்டித்துக்கொண்டே சென்றால், கடைசியில் மேலும் துண்டிக்க முடியாத ஓர் நிலைமை ஏற்படுகிறது. இவ்வாறு தனியாக இருக்கக்கூடிய ஒரு பொருளின் மிகச் சிறிய பாகத்தை மூலக்கூறு எனலாம். சில மூலக்கூறுகள் கூட்டுப் பொருள்களாகவும், மற்றும் சில தனிப்பொருள்களாகவும் உள்ளன. ஒரு ரசாயனக் கிரியையில் பங்கெடுத்துக் கொள்ளக்கூடிய ஒரு பொருளின் மிகச்சிறிய பாகத்திற்கு அணு (Atom) என்று பெயர். ஒரு மூலக்கூறில் ஒன்று, இரண்டு, அல்லது மேற்பட்ட அணுக்கள் இருக்கக் கூடும். உதாரணமாக, ஹைடிரஜன், ஆக்ஸிஜன் இவைகளின் மூலக்கூறுகளில் இரண்டு அணுக்கள் உள்ளன. உலோகங்களில் பொதுவாக ஒரு மூலக்கூறில் ஒரு அணுதான் இருக்கும்.

உலகிலுள்ள எல்லாப்பொருள்களையும் ரசாயன முறைகளில் ஆராய்ச்சிசெய்து, அவற்றில் மொத்தமாக 92 மூலகங்கள் (Elements) அடங்கியுள்ளன என்று கண்டு பிடிக்கப்பட்டது. ஒவ்வொரு மூலகத்திற்கும் அதன் அணு எடைக்கு (Atomic Weight) ஏற்றவாறு ஓர் அணு எண் (Atomic Number) அளிக்கப்பட்டுள்ளது. உதாரணமாக, ஹைடிரஜனுடைய அணு எண்=1. அதற்கு அடுத்தபடி ஹீலியத்தின் அணு எண்=2. சோடியத்தின் அணு எண்=11. கடைசி மூலகமான யுரேனியத்தின் அணு எண்=92.

மூலகங்களையெல்லாம் அவற்றின் அணு எடைக் கிரமத்தின்படி ஒரு அட்டவணையில் (Periodic Table) கொடுப்பது வழக்கம்.

பத்தொன்பதாம் நூற்றாண்டின் முடிவில் விஞ்ஞான உலகில் மிகப்பிரசித்திபெற்ற சில ஆராய்ச்சிகள் செய்யப்பட்டன. வெற்றிடமுள்ள ஒரு நீண்ட கண்ணாடிக்குழாயினுள் பிளாட்டின மின் வாய்களின் இடையே, தூண்டு சுருளிலிருந்து சக்திவாய்ந்த மின் பொறிகளைச் செலுத்தினால், குழாயின் மூலம் சுவாலையுடன் கூடிய ஒரு மின் பாய்ச்சல் ஏற்படுகிறது. இதற்குக் காரணம் எதிர் மின் வாயிலிருந்து மின்னணுக்கள் (Electrons) குழாயின் மூலம் செல்வதாகும். இதைக் கண்டு பிடித்தவர் குருக்ஸ் (Crooks) என்ற ஆங்கில விஞ்ஞானி. மேற்கூறிய மின் பாய்ச்சலுக்கு **கத்தோடு கதிர்கள்** (Cathode Rays) என்ற பெயர் அளிக்கப்பட்டது.

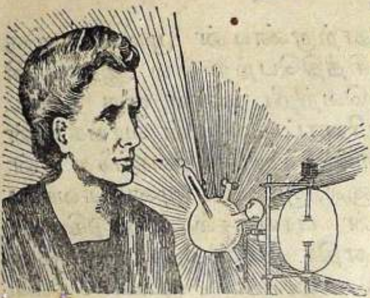
கத்தோடு கதிர்கள் ஏதேனும் ஒரு திடப் பொருளின் மீது விழுந்தால், அப்பொருளிலிருந்து மற்றொரு வகைக் கதிர்கள் கிளம்புகின்றன. இக்கதிர்களை **ராண்ட்ஜன்** (Rontgen) என்ற ஜெர்மன் விஞ்ஞானி முதன் முதலாகக் கண்டுபிடித்தார். இக்கதிர்களுக்கு **X-கதிர்கள்** (X-rays) என்று பெயர்.



படம் 187. ராண்ட்ஜன்

பெக்கரல் (Becquerel) என்ற பிரெஞ்சு விஞ்

ஞானி யுரேனியத்திலிருந்து ஏற்படும் மின் கதிர் வீசலைக் கண்டுபிடித்தார். இவ்வாராய்ச்சிகளைத் தொடர்ந்து க்யூரி (Curie) தம்பதிகள் ரேடியம் என்ற அற்புத உலோகத்தைக் கண்டு பிடித்தனர். ரேடியத்திலிருந்து வெளிக் கிளம்பிய மூவகைக் கதிர்களைப்பற்றி பல ஆராய்ச்சிகள் செய்யப்பட்டன. அக்கதிர்களுக்கு முறையே ஆல்பா கதிர்கள், பீட்டா கதிர்கள், காமா கதிர்கள் என்ற பெயர்கள் வழங்கப்பட்டன. இவற்றுள் ஆல்பா கதிர்கள் அணுக்களின் அமைப்பைப் பற்றிய ஆராய்ச்சிகளுக்கு மிகவும் பயன் படுத்தப் பட்டன.



படம் 188. க்யூரி அம்மையார்

அணுக்களின் அமைப்பு: இரண்டாவது உலக மகாயுத்தத்தின் முடிவில் வெற்றி அடைந்த அமெரிக்க ராணுவத்தினரால் அணுகுண்டு (Atom Bomb) ஓர் யுத்தக் கருவியாக உபயோகிக்கப் பட்டது. இக்காரணத்தினால் அணுக்களின் அமைப்பைப் பற்றிப் பொது ஜனங்கள் அறிய விரும்பினர். இதர தேசங்களிலும் அணுகுண்டு தயாரிப்பதற்கான ஆராய்ச்சிகள் செய்யப்பட்டன.

அணுக்களைவிடச் சிறிய பொருள்கள் இருக்கின்றன என்று ஸ்தாபிக்கப்பட்டது. அணுவின் நடு பாகத்தில் கேந்திரகம் (Nucleus) என்ற பொருள் இருக்கிறது. இதைச் சூழ்ந்து பல மின் அணுக்கள் (Electrons) வட்டமான பாதைகளில் சுற்றிக் கொண்டிருக்கின்றன. மின் அணுக்களில் எதிர் மின்சாரம் உள்ளது. கேந்திரகத்தில் நேர் மின்சாரம் உள்ளது.

இவ்விருவகை மின்சாரங்களும் ஒரே சக்தியுள்ளவை. ஆதலால், இவை இரண்டும் சேர்ந்த அணுவில் மின்சாரம் கிடையாது. கேந்திரகம் இரு பாகங்களால் ஆகியது என்று கண்டு பிடிக்கப் பட்டது. இவ்விரு பாகங்களுக்கு புரோட்டான் (Proton) என்றும் நியூட்ரான் (Neutron) என்றும் பெயர். புரோட்டானில் தான் நேர் மின்சாரம் உள்ளது. நியூட்ரானில் மின்சாரம் கிடையாது.

ஹைடிரஜன் அணுவில் ஒரு புரோட்டானும் ஒரு மின்னணுவும் உள்ளன. நியூட்ரான் கிடையாது. எனவே அதன் அணு எடை =1. சோடியம் அணுவின் கேந்திரகத்தில் பதினொன்று புரோட்டான்களும், பன்னிரெண்டு நியூட்ரான்களும் உள்ளன. கேந்திரகத்தைச் சுற்றிவரும் மின்னணுக்களின் எண்ணிக்கை =11. ஆகையினால் சோடியத்தின் அணு எடை =23. ஹீலியத்தின் கேந்திரகத்தில் இரு புரோட்டான்களும் இரு நியூட்ரான்களும் உள்ளன. எனவே அதன் அணு எடை =4. இம்மாதிரியாக ஒரு மூலகத்தின் அணு எடையானது அதன் கேந்திரகத்திலுள்ள புரோட்டான், நியூட்ரான் இவற்றின் தொகையாகும். ரேடியத்திலிருந்து வெளி வரும் ஆல்பா கதிர்களும் ஹீலியத்தின் அணுவும் ஒன்றுதான் என ஸ்தாபிக்கப்பட்டுள்ளது.

ஒரு அணுவின் மொத்த கன அளவில் கேந்திரகமும் மின் அணுக்களும் சேர்ந்து மிகக்குறைந்த பாகத்தைத்தான் அடைத்துக் கொள்கின்றன. மிகுதியுள்ள இடத்தில் மின்னேற்றம் (Eectric charge) உள்ளது. ஆகையினால் கேந்திரகத்திற்கும் மின் அணுக்களுக்கும் இடையே இதர் அணுக்களின் புரோட்டான்கள் சாதாரணமாகச் செல்லமுடியாது. ரேடியத்திலிருந்து வெளிவரும் ஆல்பாகதிர்கள் வேகமாகச் செல்லக் கூடியவை. இவை ஓர் அணுவின் மீது மோதினால் அதன் கேந்திரகத்திலிருந்து

புரோட்டான்கள் அல்லது நியூட்ரான்களை வெளித் தள்ளக் கூடும். ஓர் அணுவின் கேந்திரகத்தில் நேர் மின்சாரம் உள்ளபடியால், அது புரோட்டானை உள்ளேவிடாது. ஆனால் மின்சாரமில்லாத நியூட்ரான்கள் ஓர் அணுவினுள் எளிதில் செல்லக் கூடும்.

அணுகுண்டின் தத்துவம் : யுரேனியம் அணுவின் கேந்திரகத்தில் 92 புரோட்டான்களும், 143 நியூட்ரான்களும் சேர்ந்துள்ளன. ஒரு நியூட்ரானைக் கொண்டு யுரேனியம் அணுவைத்தாக்கினால், அது பிளவடைந்து, கிருப்டானாகவும் (Krypton) பேரியமாகவும் (Barium) பிரிகிறது. அதேசமயத்தில் நான்கு தனி நியூட்ரான்கள் வெளித்தள்ளப்படுகின்றன. இவை அருகிலுள்ள இதர யுரேனியம் அணுக்களைத்தாக்கி, ஏராளமான சக்தியை உற்பத்தி செய்கின்றன. இவ்வகைச் சக்தியைத்தான் அணுகுண்டில் உபயோகிக்கின்றனர்.

சைக்ளொட்ரான் (Cyclotron): இதுதான் பிரசித்தி பெற்ற அணுச்சிதைவு எந்திரம் (Atom - splitting machine.) D-வடிவமுள்ள இரண்டு உலோக உறைகள் நடுவில் சிறிது இடைவெளி விட்டு அமைக்கப்பட்டுள்ளன. இவற்றின் மத்தியில் உள்ள ஒருகம்பி இழையின் (Filament) வழியாக மின்சாரத்தைச் செலுத்தி, **அயனிகளை** (Ions) உற்பத்திசெய்கின்றனர். இரண்டு D-க்களும் அதிக மின் அழுத்தமுள்ள இருதிசை மின்சார ஜனனியுடன் சேர்க்கப்பட்டுள்ளன. D-க்களுக்கு மேலும் கீழும் சக்தி வாய்ந்த மின் காந்தத்தின் துருவங்கள் உள்ளன. காந்த சக்தியால் அயனிகள் வட்டமான பாதையில்

செலுத்தப்படுகின்றன. D-க்களில் உள்ள இரு திசை மின்சாரத்தால் அயனிகளின் வேகம் மேலும் மேலும் அதிகமாக்கப்படுகிறது. D-க்களிலிருந்து அயனிகள் வெளிவரும் பாதையில் அணுச் சிதைவு செய்ய வேண்டிய பொருள் வைக்கப்பட்டுள்ளது. அயனிகள் இப்பொருளை அதிக விசையுடன் தாக்கி, அணுச்சிதைவை ஏற்படுத்துகின்றன.

கேள்விகள்

1. அணு எடைக்கும் அணு எண்ணுக்கும் உள்ள தொடர்பை விளக்கு.
2. ஓர் அணுவில் அடங்கியுள்ள மூவகைப் பொருள்கள் யாவை?
3. கீழ்க்கூறிய அணுக்களின் அமைப்பை விவரி. (*a*) ஹைடிரஜன் (*b*) ஹீலியம் (*c*) சோடியம் (*d*) யுரேனியம்.
4. அணுகுண்டின் தத்துவத்தைப் பற்றிச் சிறு குறிப்பு எழுது.

முக்கிய சோதனைகள்

(மாணவர்கள் பரிசோதனை சாலையில் செய்யவேண்டியவை)

1. தனி ஊசலின் நீளத்திற்கும், அலைவு நேரத்திற்கும் உள்ள தொடர்பைக் கண்டுபிடி. (பக்கம் 9)

2. U குழாயை உபயோகித்து, கொடுக்கப்பட்ட திரவத்தின் அடர்த்தி எண்ணைக் கண்டுபிடி. (பக்கம் 19)

3. ஹேரின் உபகரணத்தைக்கொண்டு கொடுக்கப்பட்ட திரவத்தின் அடர்த்தி எண்ணைக் கண்டுபிடி. (பக்கம் 21)

4. ஆர்க்கிமெடீஸ் தத்துவத்தைச் சரிபார். (பக்கம் 26)

5. ஆர்க்கிமெடீஸ் தத்துவத்தை உபயோகித்து, ஒரு கண்ணாடி அடைப்பானின் அடர்த்தி எண்ணைக் கண்டு பிடி. (பக்கம் 28)

6. ஆர்க்கிமெடீஸ் தத்துவத்தை உபயோகித்து, ஒரு தக்கையின் அடர்த்தி எண்ணைக் கண்டுபிடி. (பக்கம் 29)

7. ஆர்க்கிமெடீஸ் தத்துவத்தை உபயோகித்து, கொடுக்கப்பட்ட திரவத்தின் அடர்த்தி எண்ணைக் கண்டுபிடி. (பக்கம் 30)

8. மிதப்புச் சோதனைக் குழாய் ஒன்றை அமைத்துக் கொண்டு, கொடுக்கப்பட்ட திரவங்களின் அடர்த்தி எண்களைக் கண்டுபிடி. (பக்கம் 35)

9. ஒரு இயங்குக் கப்பியை உபயோகித்து, அதன் எந்திரலாபத்தைக் கண்டுபிடி. (பக்கம் 55)

10. ஒரு சாய்தளத்தை உபயோகித்து, பளுவிற்கும், திறனுக்கும் உள்ள தொடர்பைக் கண்டுபிடி. (பக்கம் 58)

11. கொடுக்கப்பட்ட உபகரணத்தைக் கொண்டு, ஒரு தாமிர சிலிண்டரின் வெப்ப எண்ணைக் கண்டுபிடி. (பக்கம் 85)

12. கொடுக்கப் பட்ட திரவத்தின் வெப்ப எண்ணைக் கலவை முறையில் கண்டுபிடி. (பக்கம் 88)

13. ஒரு தந்துகிக் குழாயை உபயோகித்து, தேன் மெழுகின் உருகு நிலையைக் கண்டுபிடி. (பக்கம் 91)

14. ஒரு J குழாயை உபயோகித்து ஆல்கஹாலின் கொதி நிலையைக் கண்டுபிடி. (பக்கம் 94)

15. ஒரு வரைப் பலகை, ஒரு சமதள ஆடி, குண்டூசிகள் இவற்றை உபயோகித்து, பிரதிபலித்தலின் விதிகளைச் சரிபார். (பக்கம் 126)

16. ஒரு சமதள ஆடியில் ஏற்படும் பிம்பத்தின் தன்மைகளைக் கண்டுபிடி. (பக்கம் 128)

17. கொடுக்கப்பட்டுள்ள குழி ஆடியின் குவியத் தூரத்தைக் கண்டுபிடி. (பக்கம் 138)

18. ஒரு செவ்வகக் கண்ணாடியின் வழியாகச் செல்லும் ஒளிக்கிரணத்தின் பாதையைக் குண்டூசிகளை உபயோகித்துக் கண்டுபிடி. (ப-ம். 146)

19. ஒரு கண்ணாடிப் பிரிசத்தின் வழியாகச் செல்லும் ஒளிக்கிரணத்தின் பாதையைக் குண்டூசிகளை உபயோகித்துக்கண்டுபிடி. (பக்கம் 149)

20. கொடுக்கப்பட்டுள்ள குவிலென்ஸின் குவியத்தூரத்தைக் கண்டுபிடி. (பக்கம் 161)

21. ஒரு டானியல் மின்கலம், ஒரு லெக்லான்சி மின்கலம், ஒரு பைக்குரோமேட்டு மின்கலம் இவற்றைத் தனித்தனியாக ஒரு கால்வனாமீட்டருடன் இணைத்து, கிடைக்கப் பெறும் மின் ஓட்டங்களை ஒப்பிடு. (பக்கம் 189)

கலைச்சொற்கள்

(இப்புத்தகத்தில் உபயோகித்தவை)

அயனிகள் - Ions
அடர்வு குறைவு - Rare
அடர்த்தி எண் - Specific Gravity
அடுக்குப் பிம்பங்கள் - Multiple Images
அரிதில் கடத்தி - Bad conductor
அலை நீளம் - Wave length
அலைவு - Oscillation
அளவீடு - Reading
அணு - Atom
ஆடி - Mirror
ஆடி அச்சு - Axis of Mirror
ஆடி மையம் / ஆடி துருவம் - Pole of Mirror
ஆவி - Vapour
ஆவியாதல் - Evaporation
ஆவி அழுத்தம் - Vapour pressure
ஆராய்ச்சி சாலை - Laboratory
இழு விசை - Tension
இடப் பெயர்ச்சி - Displacement
இடைத் திரை - Diaphragm
இயங்கு சக்தி - Kinetic Energy
இயங்கு கப்பி - Movable Pulley
இரு புறக் குவி - Bi-convex
இரு புறக் குழி லைன்ஸ் - Double concave lens
இருபுறக் குவி லென்ஸ் - Double convex lens
இறக்கைகள் - Wings
இறுக்கி - Clamp
இணைப்பு - Connection
ஈடு செய்த ஊசல் - Compensated pendulum
உச்ச - Maximum
உட்கிரகித்தல் - Absorption
உட்கண் சோதினி - Opthalmoscope
உயர்த்திகள் - Elevators
உயவிடு - Lubricate
உருட்சிப் பழுது - Spherical aberration
உருகு கம்பி - Fuse wire
உருகுதல் - Fusion
உருகு நிலை - Melting point
உருளை - Wheel
உருளையும், இருசும் - Wheel and Axle
உள்ளுறை வெப்பம் - Latent heat
உள்ளிட நிகழ்ச்சி - Local action
உள்ளகம் - Core
உறை - Socket
உறைக் கலவை - Freezing mixture

உஷ்ணமானி - Thermometer
ஊசல் - Pendulum
ஊசித் துவார காமிரா - Pin-hole camera
ஊடகம் - Medium
ஊதா - Violet
எட்டப் பார்வை - Long sight
எதிர் மின் வாய் - Cathode
எந்திரம் - Machine
எந்திர லாபம் - Mechanical advantage
எபிடையஸ் கோப்பு - Epidiascope
எளிதில் கடத்தி - Good conductor
ஏரியல் - Aerial
ஏரோப்பிளேன் - Aeroplane
ஒரு போகு கற்றை - Parallel beam
ஒருங்கும் - Convergent, Converging
ஒரு போகு - Parallel
ஒரே நிறச் சுடர் - Monochromatic flame
ஒரே சீரான - Uniform
ஒலி செலுத்தி - Transmitter
ஒலி பரப்பு - Broadcast
ஒலி பெருக்கி - Loudspeaker
ஒழுங்கற்ற பிரதிபலிப்பு - Irregular reflection
ஒழுங்கான பிரதிபலிப்பு - Regular reflection
ஒளி கசியும் - Translucent
ஒளித்தொகுப்பு - Synthesis of light
ஒளி முறிவு - Refraction
ஒளி புகும் - Transparent
ஒளி அளவுச் சட்டம் - Optical bench
ஒளி மையம் - Optic centre
ஒளி புகா - Opaque
ஒளிரா - Non-luminous
ஒளிர் - Luminous
ஒளி முறி வெண் - Index of refraction
ஒளிக்கற்றை - Beam of light
கண்ணருகு கருவி - Eye piece
கலோரி - Calorie
கடத்தாப் பொருள் - Non-conductor
கடத்தும் திறன் - Conductivity
கரு நீலம் - Indigo
கருவி - Instrument
கலை டோஸ் கோப்பு - Kaleidoscope
கதிர் வீசல் - Radiation
கப்பி - Pulley
கடத்தல் - Conduction
கதிர் வீசி - Radiator
கதிர் - Rays
கம்பசு பெட்டி - Compass box
கம்பி யில்லா - Wireless
கன அளவு - Volume
காப்பிடு - Insulate
காற்றேட்டி - Ventilator

காமிரா - Camera
காட்சி - Vision
காட்டி - Index
கானல் நீர் - Mirage
கிளிப்பு - Clip
கிளைடர் - Glider
கிரணம் - Rays
கிட்டப் பார்வை -
Short sight
கீழ் நோக்கு அழுத்தம் -
Downward pressure
குணகம் - Co-efficient
குண்டு - Bob
குவி-ஆடி - Convex mirror
குடுவை - flask
குவியத் தூரம் -
Focal length
குவி திறன் - Focal power
குவியம் - Focus
குவிக்கும் லென்ஸ் -
Focussing lens
குழி-குவி-லென்ஸ் -
Concavo convex lens
குழிவான ஆடி - Concave [mirror
குறி எண் - Index
கெளவி - Clip
கொதி நிலை - Boiling point
கொள்கலம் - Receiver
கோள வடிவ - Spherical
கோளக ஆடி -
Spherical mirror
சக்கரம் - Wheel
சதாம்ச அளவை -
Centigrade
சம இயக்கச் சக்கரம் -
Flywheel
சமகால - Isochronic
சலன சக்தி - Kinetic energy
சமதள ஆடி - Plane mirror
சம நீர் எடை -
Water equivalent
சாவி . Key
சாமியம் - Equation
சிலிண்டர் - Cylinder
சிலிண்டரும், உறையும் -
Cylinder and socket
சுக்கான் - Rudder
சுய வெப்பம் -
Specific heat
சுயம்பிரகாச -
Self luminous
சுர ஐக்கியம் - Tuning
சுற்று முடிதல் -
Circuit (to make)
சுற்றுப் பிரித்தல் -
Circuit (to break)
சுருங்கல் - Contraction
சூனியப் பிழை - Zero error
செலுத்துகை - Transmission
செங்குத்து - Vertical
செருகு சாவி - Plug key
செவ்வக - Rectangular
செவ்வகம் - Rectangle
செவிக் குழாய் - Receiver
சோதனைச் சாலை -
Laboratory
டிடெக்டர் - Detector
டெலிபோன் - Telephone
டெலிஸ் கோப்பு -
Telescope
தண்டு - Rod
தன்னியக்க - Automatic
தட்டு - Pan

தனி ஊசல் - Simple pendulum
திருகு - Screw
திரை - Screen
திசை மாற்றி - Commutator
திறந்த சுற்று - Open circuit
திறப்பான் - Key
திசை மாற்றம் - Deviation
தீயணை எஞ்சின் - Fire engine
துருவு விளக்கு - Search light
துருவ கரணம்-Polarisation
திசை மாற்றக் கோணம் - Angle of deviation
துலக்கி - Developer
துணை வானவில் - Secondary Rainbow
துணைச் சுற்று - Secondary circuit
தூண்டு சுருள் - Induction coil
தூண்டிய - Induced
தூண்டற் பாடு சுருள் - Inductance coil
தூண்டிய ஓட்டம் - Induced current
துருவத்துவம் நீக்கி - Depolariser
தெளிவுறல் - Definition
தெர்மாமீட்டர் - Thermometer
தேய்ப்புக் கண்ணாடி - Ground glass
தொடர் அடுக்கு மின்கலங்கள் - Cells in series
தொடு சாவி - Contact key
நிலை மாற்றம் - Change of state
நிலைச் சக்தி - Potential energy
நிலை - State
நிழல் - Shadow
நிழற் கடிகை - Sun dial
நிலைக் கப்பி - Fixed pulley
நிறமாலை மானி - Spectrometer
நிறப் பிரிகை - Dispersion
நிறுத்து கடிகாரம் - Stop watch
நிஜபிம்பம் - Real image
நிஜக் குவியம் - Real focus
நீர்யல் அழுத்தி - Hydraulic press
நெம்புகோல் - Lever
நேர்க்கோட்டு வியாபனம் - Rectlinear propagation
பக்கப் பெயர்ப்பு - Lateral displacement
பக்க அடுக்கு மின் கலங்கள் - Cells in parallel
படலம் - Film
படுகோணம் - Angle of incidence
படுதானம் - Point of incidence
படுகிரணம் - Incident ray
பட விளக்கு - Magic lantern
பரிதி - Circumference
படுதல் - Incidence
பசை மின்கலம் - Dry cell
பாகு நிலை - Viscous

பார்வை - Vision
பாதரசப் பம்ப்பு - Mercury pump
பால்-மானி - Lactometer
பாட்டரி - Battery
பாய் தன்மை - Fluidity
பாய்பொருள் - Fluid
பிரதம மின்கலம் - Primary cell
பிரதிபலி கோணம் - Angle of reflection
பிரதமச் சுற்று - Primary circuit
பிரகாச ஒளி - Luminous
பிரதம வானவில் - Primary Rainbow
பிரிசம் - Prism
பிரதிபலிக்கும் கிரணம் - Reflected ray
பிரதிபலித்தல் - Reflection
புகை போக்கி - Chimney
புரியிடைத்தூரம் - Pitch of the screw
புறப்பரப்பு - Surface
பூமி - Terrestrial
பூரண அக பிரதிபலிப்பு - Total internal reflection
பெருக்கி - Amplifier
பெரிஸ்கோப்பு - Periscope
பேசு குழாய் - Telephone transmitter
பைனக்குலர் - Binocular
போக்குக் குழாய்-Exit tube
பொருளருகு லென்ஸ் - Object glass
பெருக்க குணகம் - Co-efficient of expansion
பொறி - Spark
மட்ட குழி லென்ஸ் - Plano concavo lens
மட்டகுவி லென்ஸ் - Plano convex lens
மறுதொகுப்பு - Recombination
மணல் தட்டு - Sand bath
மாய பிம்பம் -Virtual image
மாயக் குவியம் - Virtual focus
மாற்றப்பட்ட - Modulated
மாறலைகள் - Modulated waves
மாற்றச்சு - Crank
மின் ஏற்றம் - Electrical charge
மின்கலம் - Electric cell
மின் சுற்று - Elcctric circuit
மின் வாய் - Electrode
மின் இறக்கம் - Electric discharge
மின் பொறி - Electric spark
மின் ஓட்டம் - Current of electricity
மின் ஊர்தி அலைகள் - Carrier waves
மின் இயக்கு விசை - Electromotive force
மின்னாற் பகுப்பு - Electrolysis
மின்னாற் பகு பொருள் - Electrolyte
மின் தூண்டல் - Electric induction

மின் அழுத்தம் - Electric potential
மின் உலை - Electric furnace
மின் தடை - Electric resistance
மின் அச்சு - Electro type
மின் அழுத்தம் - Voltage
மின் முறிகலம் - Voltameter
மின் தங்கி - Condenser
மின்னோட்டக்கம்பி - Line wire
மிதப்பு - Flotation
மீள் கதிர் - Reflected ray
முக்கிய அச்சு - Principal Axis
முக்கிய குவியம் - Principal Focus
முடிவிடங்கள் - Terminals
முன்தள்ளி - Propeller
மூலக்கூறு - Molecule
ரட்சை-வால்வு - Safety valve
ரேடியோ - Radio
நேர் மின் வாய் - Anode
லவம் - Particle
லம்பம் - Normal
லாபம் - Advantage
லீட்டர் - Litre
லென்ஸ் - Lens
வட்டத் தட்டு - Disc
வடிகட்டு பம்ப்பு - Filter pump
வளைவு - Curvature
வளைவு மையம் - Centre of curvature
வளைவின் ஆரம் - Radius of curvature
வலைக்கம்பி - Grid
வாயிடப் பகுதி - Mouth-piece
வாயுமானி - Eudiometer
வால்வு - Valve
வாட்டுகள் - Watts
வானவில் - Rainbow
வான சாஸ்திர - Astronomical
விமான நிலையம் - Aerodrome
விடுகோணம் - Angle of refraction
விமானி அறை - Cock-pit
விகாரம் - Distortion
விரிவு - Divergence
விரியும் - Divergent
வினைத் திறன் - Efficiency
வில் விளக்கு - Electric Arc
விரிவு - Expansion
விட்டு - Intermittent
விக்ஷேபகம் - Projector
விலகிய பிம்பம் - Refracted image
விலகல் - Refraction
விலகல் எண் - Refractive index
விடுகோணம் - Angle of emergence
விடு கதிர் - Emergent ray
வீச்சு - Amplitude
வரிச்சுற்று - Solenoid

வெப்ப எற்புத் திறன் - Heat capacity
வெப்பச் சலனம் - Convection
வெப்பம் - Heat
வெட்டுத் துளை - Slit
வெற்றிடம் - Vacuum
வோல்ட்டு - Volt
வோல்ட்டா கலம் - Voltaic cell
ஜாக்கி - Jack
ஜடப்பொருள் - Matter
ஜடமான - Inert
ஸ்லைடு - Slide
ஸ்விச்சு - Switch

Forms 12 to 17 printed at The Liberty Press, Madras.